

106-163-2301

MOTC-IOT-106-EAA010

# 運輸經濟-理論與實務



交通部運輸研究所

中華民國 106 年 11 月

ISBN 978-986-05-3857-1



9 789860 538571

GPN : 1010601765

定價 430 元

106-163-2301

MOTC-IOT-106-EAA010

# 運輸經濟-理論與實務

著者：許書耕

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 11 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

運輸經濟：理論與實務 / 許書耕著. -- 初版. --  
臺北市：交通部運研所，民 106.11  
面；公分  
ISBN 978-986-05-3857-1(平裝)

1. 運輸經濟學

557.1

106019916

運輸經濟-理論與實務

著者：許書耕

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 106 年 11 月

印刷者：承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 76 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：430 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010601765 ISBN：978-986-05-3857-1 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：運輸經濟-理論與實務			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-05-3857-1(平裝)	政府出版品統一編號 1010601765	運輸研究所出版品編號 106-163-2301	計畫編號 106-EAA010
主辦單位：運輸工程組 主管：許書耕 計畫主持人：許書耕 研究人員：許書耕 聯絡電話：(02)2349-6820 傳真號碼：(02)2545-0427			研究期間 自 106 年 1 月  至 106 年 9 月
關鍵詞：個體經濟，運輸需求，廠商理論，運輸市場，運輸投資			
<p>摘要：</p> <p>運輸是將人或貨從甲地移至乙地的活動，是屬食、衣、住、行四大民生需要中，「行」的範疇。運輸經濟學自然就是研究與「行的經濟」有關的學門，它是個體經濟學的一個分支，但卻重要且獨特。之所以說是分支，係其分析方法均來自個體經濟學；而之所以重要且獨特，是所有個體經濟學談到的進出市場管制(或解除管制)、費率管制(最佳、次佳定價)、補貼等課題與作為，在全球民主國家或地區，實務上多僅落實在運輸產業上，其他產業少有真正實施者。</p> <p>本文係將運輸經濟學的主要內容作有系統的探討，並加入國內外學者的實證研究，綜合整理成運輸經濟學的理论與實務專題。本專題計分為四個單元：第一單元(第二章與第三章)介紹運輸需求，分別介紹連續型與離散型運輸商品的需求；第二單元(第四章與第五章)介紹運輸供給，先以個體經濟學的廠商理論說明運輸產業供給面的特性，再進一步以數學分析之；第三單元(第六章)介紹運輸市場，說明完全競爭、獨占競爭、寡占至獨占等不同競爭程度市場的供需均衡態樣；第四單元(第七章)介紹公私部門的投資與訂價，除說明並定義幾個與投資有關的名詞外，並介紹擁擠定價與經濟可行性分析。</p> <p>本專題可作為初學者入門的指引，並期能提供有志於運輸經濟研究者在理論與實務上的參考。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
106 年 11 月	170	430	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價購買。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>(解密條件：<input type="checkbox"/>年 <input type="checkbox"/>月 <input type="checkbox"/>日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密，<input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Transportation Economics-Theory and Practice			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-3857-1 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010601765	IOT SERIAL NUMBER 106-163-2301	PROJECT NUMBER 106-EAA010
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: Hsu Shu-Keng PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsu Shu-Keng PROJECT STAFF: Hsu Shu-Keng PHONE: (02)2349-6820 FAX: (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM January 2017 TO September 2017
KEY WORDS: microeconomics, transportation demands, theory of firms, transportation markets, transportation investment			
<b>ABSTRACT:</b> <p>Transportation is one of the four needs for people's livelihood (eating, clothing, living, and moving), that moves people or goods from one place to another. Transportation economics is naturally a study of the "moving economy". It is a branch of microeconomics, but important and unique. It is a branch because all of its analysis methods are from microeconomics, and it is important and unique because in the global democratic countries or regions, all the microeconomic issues, like regulation of market entry (or deregulation), fare regulation (the best/second best pricing), and subsidies, are implemented only in the transportation industry. Other industries have not really been implemented.</p> <p>This monograph conducts a systematic discussion on the main components of transportation economics with empirical studies by domestic and foreign researchers. It contains four parts, in which the first part (Chapter 2 and 3) introduces the transportation demands of continuous and discrete types of goods individually. The second part (Chapters 4 and 5) introduces the transportation supply, first by the microeconomics theory of firms, then by mathematical analysis, to explain the characteristics of transportation supply. The third part (Chapter 6) introduces the transportation markets, from perfect competition to monopoly, which reaches the equilibriums of supply and demand in different types. The fourth part (Chapter 7) introduces investment and pricing of public and private sectors.</p> <p>The monograph can be used as a guide for beginners, and is intended to provide a theoretical and practical reference for transportation economics researchers.</p>			
DATE OF PUBLICATION November 2017	NUMBER OF PAGES 170	PRICE 430	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目錄

目錄	III
表目錄	VII
圖目錄	VIII
<b>第一章 緒論</b>	
1.1 編撰背景	1-1
1.2 編撰目的與範圍	1-3
1.3 章節安排	1-3
<b>第二章 運輸需求--連續型產品</b>	
2.1 消費者需求理論	2-1
2.1.1 需求理論的假設	2-1
2.1.2 效用函數	2-1
2.1.3 無異曲線	2-2
2.1.4 預算限制	2-5
2.2 消費者均衡	2-7
2.2.1 消費者均衡的條件與特性	2-7
2.2.2 所得對最佳消費的影響	2-8
2.2.3 產品價格對最佳消費的影響	2-9
2.3 需求函數	2-10
2.3.1 需求函數的組成	2-10
2.3.2 需求曲線	2-11
2.3.3 運輸市場的需求	2-13
2.4 運輸需求推估	2-14
2.4.1 模化的簡化與假設	2-14
2.4.2 需求函數的模化	2-15
2.4.3 連續型產品需求函數模化範例	2-16
2.5 本章小結	2-21
<b>第三章 運輸需求--離散型產品</b>	
3.1 離散型產品的個人需求	3-1
3.1.1 直接效用函數模化上的困難	3-1
3.1.2 間接效用函數	3-2
3.1.3 條件間接效用與最佳選擇	3-3
3.1.4 離散型產品的市場需求	3-4
3.2 運具選擇的市場需求	3-4
3.2.1 運具選擇的隨機效用模式	3-5

3.2.2 運具選擇模式 -----	3-6
3.3 運具選擇的需求推估 -----	3-7
3.3.1 個體運具選擇模式規格 -----	3-7
3.3.2 由個體運具選擇模式分析需求特性 -----	3-10
3.3.3 運具選擇模化範例 -----	3-13
3.4 本章小結 -----	3-17
<b>第四章 運輸供給--廠商理論</b>	
4.1 長期經營 -----	4-1
4.1.1 長期生產函數 -----	4-1
4.1.2 長期成本函數 -----	4-4
4.1.3 長期市場供給 -----	4-10
4.2 短期經營 -----	4-12
4.2.1 資本固定下生產 -----	4-12
4.2.2 短期成本函數 -----	4-13
4.2.3 短期市場供給函數 -----	4-15
4.3 短期與長期成本的關係與範例 -----	4-17
4.3.1 短期與長期成本的關係 -----	4-17
4.3.2 短期與長期成本函數範例 -----	4-18
4.4 本章小結 -----	4-24
<b>第五章 運輸供給--廠商行為分析法</b>	
5.1 兩種分析法--成本或生產 -----	5-1
5.1.1 生產函數與成本函數的關係 -----	5-1
5.1.2 生產函數法與成本函數法的優劣 -----	5-4
5.2 良好成本函數應具備的條件 -----	5-4
5.2.1 連續性與單調性 -----	5-4
5.2.2 均質性 -----	5-5
5.2.3 凹性 -----	5-6
5.2.4 良好成本函數的檢驗範例 -----	5-7
5.3 幾種常見的成本函數 -----	5-9
5.3.1 Leontif 成本函數 -----	5-9
5.3.2 Cobb-Douglas 成本函數 -----	5-9
5.3.3 Translog 成本函數 -----	5-10
5.3.4 Translog 成本函數的實證範例 -----	5-11
5.4 本章小結 -----	5-19
<b>第六章 運輸市場--從完全競爭至獨占</b>	
6.1 市場結構 -----	6-1
6.2 完全競爭市場 -----	6-2

6.2.1	短期市場均衡	6-2
6.2.2	長期市場均衡	6-4
6.2.3	外部不經濟	6-6
6.2.4	完全競爭市場的效率	6-7
6.3	獨占市場	6-8
6.3.1	獨占市場的廠商行為	6-8
6.3.2	關於產品需求的價格彈性	6-9
6.3.3	獨占市場的效率損失	6-11
6.3.4	市場力	6-12
6.3.5	獨占租值	6-13
6.3.6	獨占市場的差別定價	6-14
6.3.7	市場集中度	6-16
6.3.8	獨占市場的管制與效果	6-16
6.4	獨占競爭市場	6-24
6.4.1	獨占競爭市場內涵	6-24
6.4.2	獨占競爭市場的短期均衡	6-25
6.4.3	獨占競爭市場的長期均衡	6-25
6.5	寡占市場	6-26
6.5.1	寡占市場的模式	6-26
6.5.2	通案模式	6-28
6.5.3	寡占市場範例	6-29
6.6	本章小結	6-31

## 第七章 運輸投資與訂價--公私部門

7.1	與投資有關的名詞	7-1
7.1.1	資本成本的組成	7-1
7.1.2	準租值	7-2
7.1.3	折現值	7-3
7.1.4	常年金	7-4
7.1.5	淨現值	7-6
7.1.6	通膨對淨現值的影響	7-7
7.2	私部門的最佳投資與訂價	7-9
7.2.1	廠商的投資行為	7-9
7.2.2	廠商的最佳投資原則	7-9
7.2.3	廠商的最佳定價原則	7-10
7.3	公部門定價--擁擠定價	7-11
7.3.1	旅行時間成本	7-11
7.3.2	容量固定下的擁擠定價	7-12
7.3.3	最佳容量下的擁擠定價	7-16

7.4 公部門投資的經濟可行性分析 -----	7-18
7.4.1 經濟可行性分析常見的問題 -----	7-18
7.4.2 經濟可行性分析程序與組成項目 -----	7-20
7.4.3 經濟可行性分析方法 -----	7-22
7.4.4 運輸建設的經濟可行性分析範例 -----	7-23
7.5 本章小結 -----	7-26
<b>第八章 結論與建議</b>	
8.1 結論 -----	8-1
8.2 建議 -----	8-6
<b>參考文獻</b> -----	參-1

# 表目錄

表 2-3-1	運輸市場需求增加或減少的各種可能原因	2-13
表 2-4-1	加州地區每月燃油需求函數校估結果	2-18
表 2-4-2	短程航空旅次需求函數校估結果	2-20
表 3-3-1	運具選擇行為的個體樣本範例	3-10
表 3-3-2	個體運具選擇模式校估結果	3-15
表 3-3-3	行人立體穿越設施選擇行為總體模式校估結果	3-16
表 4-1-1	規模報酬的不同表示方式對照表	4-8
表 4-1-2	長期市場供給的變化及其成因	4-12
表 4-3-1	美國貨運業成本函數校估結果	4-20
表 4-3-2	美國公車業短期成本函數校估結果	4-23
表 5-3-1	Translog 成本函數一階項各參數的意涵	5-11
表 5-3-2	公路汽車客運業成本函數校估結果	5-13
表 5-3-3	公路汽車客運業投入要素成本占總成本的比例	5-15
表 5-3-4	公路汽車客運業投入要素需求的價格彈性	5-16
表 5-3-5	公路汽車客運業投入要素需求的 Allen 偏替代彈性	5-17
表 5-3-6	公路汽車客運業成本函數具凹性的檢定結果	5-18
表 5-3-7	公路汽車客運業不同成本函數型式無差異的檢定結果	5-19
表 6-3-1	需求曲線與邊際收入及價格彈性範例	6-10
表 6-3-2	經營比與合理報酬率定價的比較	6-20
表 6-3-3	兩種服務價值定價的比較	6-22
表 6-5-1	各種寡占模式的計算結果	6-31
表 7-1-1	常年金計算範例	7-5
表 7-1-2	變動淨報酬範例	7-7
表 7-3-1	平均與邊際旅行時間計算範例	7-14
表 7-4-1	美國與歐盟公路建設的經濟效益項目	7-22
表 7-4-2	臺南市鐵路地下化工程的成本效益項目	7-24
表 7-4-3	臺南市鐵路地下化工程成本總表	7-25
表 7-4-4	臺南市鐵路地下化工程效益總表	7-26
表 7-4-5	臺南市鐵路地下化工程經濟可行性評估結果	7-26

# 圖目錄

圖 1.1.1	運輸經濟的組成單元示意圖	1-2
圖 2.1.1	效用無異曲線示意圖	2-2
圖 2.1.2	效用無異曲線的不同型式示意圖	2-3
圖 2.1.3	邊際替代率範例	2-5
圖 2.1.4	所得無異曲線示意圖	2-6
圖 2.2.1	消費者均衡的圖解示意圖	2-7
圖 2.2.2	所得增加對消費者均衡的影響示意圖	2-8
圖 2.2.3	正常品與劣等品示意圖	2-9
圖 2.2.4	產品價格增減對消費者均衡的影響示意圖	2-10
圖 2.3.1	需求曲線示意圖	2-11
圖 2.3.2	需求量的變動與需求的變動示意圖	2-12
圖 3.1.1	離散型產品的市場需求示意圖	3-4
圖 3.2.1	Logistic 分配示意圖	3-6
圖 4.1.1	等產量線示意圖	4-2
圖 4.1.2	替代彈性示意圖	4-3
圖 4.1.3	最小成本的投入要素組合示意圖	4-5
圖 4.1.4	邊際成本與平均成本關係圖	4-6
圖 4.1.5	成本與規模報酬關係圖	4-8
圖 4.1.6	長期供給函數示意圖	4-11
圖 4.1.7	長期供給變化示意圖	4-12
圖 4.2.1	短期總成本組成與變化示意圖	4-14
圖 4.2.2	短期各項成本關係圖	4-14
圖 4.2.3	廠商短期生產行為示意圖	4-16
圖 4.2.4	廠商短期供給曲線示意圖	4-16
圖 4.3.1	廠商長短期供給曲線關係圖	4-17
圖 5.2.1	成本函數具凹性示意圖	5-6
圖 5.2.2	第 $k$ 階主要子行列式值示意圖	5-7
圖 5.3.1	公路客運業各公司年產出與營運車輛數關係圖	5-14
圖 5.3.2	公路客運業各公司營業車輛數與密度經濟關係圖	5-14
圖 6.1.1	市場結構圖譜示意圖	6-1
圖 6.2.1	完全競爭市場短期均衡示意圖	6-2
圖 6.2.2	完全競爭市場短期需求變動示意圖	6-3
圖 6.2.3	完全競爭市場長期均衡示意圖	6-4
圖 6.2.4	完全競爭市場需求變動的長期均衡示意圖	6-5
圖 6.2.5	完全競爭市場長期供給曲線示意圖	6-6

圖 6.2.6	外部不經濟對長期均衡的影響示意圖 -----	6-7
圖 6.3.1	不同競爭程度市場的需求曲線示意圖 -----	6-8
圖 6.3.2	需求曲線與邊際收入線關係圖 -----	6-9
圖 6.3.3	需求曲線與價格彈性示意圖 -----	6-10
圖 6.3.4	理想的資源分派可得社會總剩餘最大示意圖 -----	6-11
圖 6.3.5	獨占市場的效率損失示意圖 -----	6-12
圖 6.3.6	獨占市場的獨占租值示意圖 -----	6-13
圖 6.3.7	獨占市場的差別定價示意圖 -----	6-15
圖 6.3.8	自然獨占與非自然獨占市場比較圖 -----	6-17
圖 6.3.9	邊際成本定價示意圖 -----	6-18
圖 6.3.10	平均成本定價示意圖 -----	6-18
圖 6.3.11	經營比定價示意圖 -----	6-19
圖 6.3.12	兩種服務價值定價示意圖 -----	6-21
圖 6.3.13	課徵定額稅的效果示意圖 -----	6-23
圖 6.3.14	課徵增值稅的效果示意圖 -----	6-23
圖 6.4.1	獨占競爭市場的短期均衡示意圖 -----	6-25
圖 6.4.2	獨占競爭市場的長期均衡示意圖 -----	6-26
圖 7.1.1	完全競爭市場的準租值示意圖 -----	7-2
圖 7.3.1	道路交通量與旅行時間關係圖 -----	7-11
圖 7.3.2	一般化旅行成本定價示意圖 -----	7-12
圖 7.3.3	變動旅行成本定價示意圖 -----	7-13
圖 7.3.4	變動旅行成本定價範例 -----	7-14
圖 7.3.5	最佳擁擠定價範例 -----	7-15
圖 7.3.6	固定規模報酬下短期最佳定價示意圖 -----	7-16
圖 7.3.7	固定規模報酬下長期最佳定價示意圖 -----	7-17
圖 7.3.8	遞增規模報酬下長期最佳定價示意圖 -----	7-17
圖 7.4.1	經濟可行性評估作業流程圖 -----	7-21



# 第一章 緒論

經濟學可分成總體經濟學與個體經濟學，由於總體/個體經濟係以所得/價格為討論的核心，因此前者又稱為所得理論，後者則稱為價格理論。曾有學者定義經濟學「是一門社會科學，研究人們如何利用有限或稀缺(scarcity)的資源，試圖滿足他們無窮的需求」。人們因為面對資源稀缺，因此就需要選擇，有了稀缺和選擇，就有成本，而任何選擇的成本就是人們要放棄選擇其他選項的代價。經濟學以資源稀缺為基礎，探討選擇、代價等有關人們出於私利，極力爭取本身利益的各種議題，所以毫無疑問地是一種社會科學，但因它大量使用數學，所以也是一門以數學為工具的科學。

運輸是將人或貨從甲地移至乙地的活動，是屬食、衣、住、行四大民生需要中，「行」的範疇。運輸經濟學自然就是研究與「行的經濟」有關的學門，它是個體經濟學的一個分支，但卻重要且獨特。之所以說是分支，係其分析方法均來自個體經濟學；而之所以重要且獨特，是所有個體經濟學談到的進出市場管制(或解除管制)、費率管制(最佳、次佳定價)、補貼等課題與作為，在全球民主國家或地區，實務上多僅落實在運輸產業上，其他產業少有真正實施者。

本文係將運輸經濟學的主要內容作有系統的探討，並加入國內外學者的實證研究，綜合整理成運輸經濟學的理论與實務專題。本章首先說明本專題編撰的背景，其次說明編撰的目的與範圍，最後依序說明各章的安排並簡介其內涵。

## 1.1 編撰背景

現代經濟學係建立在數學模型上，運輸經濟學既是個體經濟學的一個分支，各單元在論述時亦不免出現數學公式，甚而需要用到微積分，加上不時會出現的許多圖形，均讓初學者感到畏懼。

但運輸經濟學是瞭解與掌握「行的經濟」特性所必需的學門，想進入運輸領域者再怎麼畏懼也要研習，而只要能掌握重點，學習起來其實也沒有那麼令人畏懼。現就以一張涵括個體經濟學主要組成單元的圖(如圖 1.1.1)來展現運輸經濟學的核心，初學者可以從這張圖來體會為何運輸經濟學各單元會不斷出現許多圖形的原因，從而感受運輸經濟學是否真的艱澀難懂，令人畏懼。

圖 1.1.1 中，縱軸為某運輸產品的價格( $P$ )，橫軸為其供給量或需求量( $T$ )；紅( $S$ )線為該產品的供給線，會隨價格增加而增加；藍( $D$ )線為該產品的需求線，會隨價格增加而減少。供需之間會在市場達成均衡，也就是圖中綠圈表示的均衡點，其對應的  $P^*$  與  $T^*$  則是該產品在市場的最終價格與交易量。

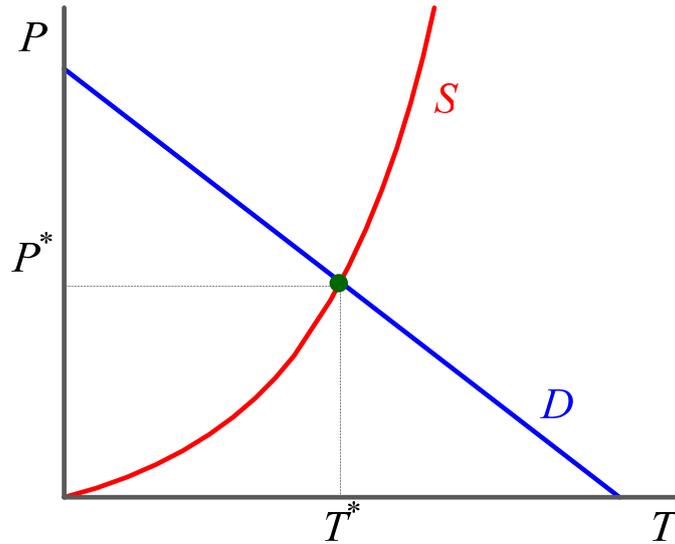


圖 1.1.1 運輸經濟的組成單元示意圖

數量是隨價格而改變，根據數學慣例，數量理應置於縱軸，但馬歇爾(Alfred Marshall)在 1890 年首次發表有關供給和需求的《經濟學原理》時，把價格定在縱軸，從此成為慣例。

在其他因素不變的情況下，買家願意購買的數量是視乎價格。在其他因素不變的情況下，賣家願意出售的數量亦是視乎價格。如果賣家願意出售，和買家願意購買的數量相等，這就是均衡。

--《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

\*\*此種對話框會在以下各章不時出現，是作者對文章的補註。如係摘自別的文獻者，其下會標註出處。

個體經濟學就是在找  $P^*$  和  $T^*$  的均衡點，而要找到均衡點，就要能回答：

- (1) 需求線是如何導出來的(需求線為何斜率一般為負)?
- (2) 供給線是如何導出來的(供給線為何斜率一般為正)?
- (3) 不同(競爭程度的)市場是如何達成均衡的 ?

上述這些問題背後的意義說穿了都很簡單，而會讓一般初學者感到畏懼的，是其牽涉到消費者理論(需求線)、廠商理論(供給線)，及完全競爭、獨占競爭、寡占、獨占等不同競爭程度的市場等，各單元內容呈現與論述的方式。

對一般初學者言，需求線當是最難以理解的。授課老師在黑板上隨手繪出一張市場供需圖，頭頭是道的講解其中的涵義時，學生最大的困惑是，為何在講到完全競爭市場時需求線是水平的，而講到獨占市場時需求線就是斜的，講到獨占競爭市場時，需求線不但是斜的，而且會緊靠著(切於)廠商生產某產品的平均成本曲線。

## 1.2 編撰目的與範圍

本專題編撰的目的，係嘗試以運輸產業的分析為核心，以提綱挈領的方式，藉由適當的圖形，配合必要的數學，讓初學者可以循序漸進的進入運輸經濟這個運輸領域重要的學門中，並在各個單元最後以範例的型式介紹國內外運輸學者多年來的實證研究，讓初學者可以充分體會運輸經濟學的有趣與實用性。

本專題編撰的範圍，係聚焦於運輸產業在不同市場的供需均衡議題，包括消費者理論(運輸需求)、廠商理論(運輸供給)，及完全競爭、獨占競爭、寡占、獨占等不同競爭程度市場的均衡等。此外，亦探討私人企業與政府的投資與定價行為，以及擁擠定價等交通部門對道路擁擠的經濟管制課題。而在討論投資時，將介紹一次型投資的固定成本如何轉換成年金型(固定額度)的作業成本，以及不同年期的收、支如何以某年為基準來折現等，進行運輸投資評估時最令人困擾的單元，並說明評估重大運輸建設是否可行常進行的成本效益分析法。

## 1.3 章節安排

本專題除第一章緒論及第八章的結論與建議外，共分四個單元。第一單元(第二、三章)介紹運輸需求，分別探討連續型產品(如汽油)與離散型產品(如通勤者使用的運具)等需求函數的組成與構建方法；第二單元(第四章與第五章)介紹運輸供給，以先概念後數學的方式，探討運輸產業的廠商行為；第三單元(第六章)介紹運輸市場，探討需求端與供給端在不同競爭程度市場的供需均衡態樣；第四單元(第七章)探討私人與政府的投資與訂價。茲簡要介紹各章的內容如下：

### 第一章 緒論

說明本專題編撰的背景、目的、範圍，及章節安排。

### 第二章 運輸需求--連續型產品

首先說明消費者需求理論的幾個假設，其次說明消費者在購買產品時會有的預算限制及其效果，接著說明消費者均衡的概念及各種影響均衡的因素，最後說明連續型運輸產品的需求推估方法。

### 第三章 運輸需求--離散型產品

首先說明離散型產品的個人需求函數，其次說明離散型產品的市場需求型式，接著說明運具選擇的模式及其推估方法，最後說明運具選擇模式的特性。

### 第四章 運輸供給--廠商理論

從個體經濟學的廠商理論，分別說明經濟規模、投入要素成本占總成本的比例、投入要素需求的價格彈性，以及投入要素間的替代彈性等這些運輸供給面的特性及其分析方法。

## **第五章 運輸供給--廠商行為分析法**

首先闡明成本面或生產面兩種分析法的優劣，其次說明什麼是好的成本函數，以及各種成本函數定式，最後以一範例說明 Translog 成本函數的校估與各項廠商生產特性的分析。

## **第六章 運輸市場--從完全競爭至獨占**

分別說明完全競爭、獨占競爭、寡占、獨占等四種不同競爭程度市場的特性，藉以瞭解廠商生產某產品的產量與價格及其對整體社會的影響。

## **第七章 運輸投資與訂價--公私部門**

探討公、私部門的投資行為。首先說明並定義幾個與投資有關的名詞；其次探討私人企業的投資與定價；接著以道路徵收擁擠稅為例，探討公部門的定價；最後探討公部門投資的可行性評估，重點在於其經濟可行性分析中的成本效益分析方法。

## **第八章 結論與建議**

綜合整理運輸經濟各單元的精要，並提出後續研究的建議。

## 第二章 運輸需求--連續型產品

運輸產品可分成二大類：連續型產品(continuous, or divisible goods)與離散型產品(discrete, or non divisible goods)。連續型產品是指可按任何單位來消費的產品，例如每週大眾運輸旅次數、每月家用小汽車的耗油量，其消費著重在量的多寡，並不考慮品項的改變；離散型產品則指消費時只能做不是這、便是那(either or)的選擇，例如購車時車輛型式的選擇、上班上學時運具的選擇，其消費著重在品項的類別，會考慮品項的改變。

本章僅限連續型產品的部分。首先說明消費者需求理論的幾個假設，其次說明消費者在購買產品時會有的預算限制及其效果，接著說明消費者均衡的概念及各種影響均衡的因素，最後說明連續型運輸產品的需求推估方法。

### 2.1 消費者需求理論

#### 2.1.1 需求理論的假設

假設某人經常消費的產品大分成運輸( $T$ )及其他( $x$ )兩類，亦即其消費的產品組合(commodity bundle)為( $T, x$ )。假設該消費者有能力依其偏好评量各種產品組合的優劣，亦即符合需求理論有關「消費者偏好」的下列三個基本假設：

##### 1.完整性(completeness)

消費者對任何產品組合的優劣差異都能評量出來。如有二個產品組合  $A$ 、 $B$ ，則消費者可清楚評量出  $A > B$ ，或  $A < B$ ，或  $A = B$ 。

##### 2.可遞移性(transitivity)

有二個產品組合  $A$ 、 $B$ ，某消費者評量出  $A > B$ ，且  $B > C$ ，則對該消費者言，必定有  $A > C$  的結果。此假設隱含消費者偏好結構的一致性與合理性。

##### 3.不滿足性(nonsatiability)

又稱為多多益善，亦即對任何消費者而言，任何產品的消費量增加，其效用必然增加，即  $(a, b+1) > (a, b)$ 。

#### 2.1.2 效用函數

前述三個假設足以定義出能表現個人偏好的序號指標(ordinal index)--效用函數(utility function)：

$$U = U(T, x; \psi) \quad (2-1-1)$$

式(2-1-1)說明，消費者個人的效用，或稱為個人的經濟福利(economic welfare)，決定於其對  $T, x$  的消費量。而當有兩種產品組合  $(T_1, x_1)$ 、 $(T_2, x_2)$  可選時，如對某消費者言， $U(T_1, x_1) > U(T_2, x_2)$ ，則該消費者必定會選  $(T_1, x_1)$  的組合，以獲得較大的效用。

式(2-1-1)亦說明，消費者個人的效用亦決定於  $\psi$ ，該變數係用來反映個人的偏好(preferences)。例如消耗  $T, x$  數量相同的兩個人，獲得的效用可能不同，原因就在於該兩人對產品的偏好各有不同，效用的評量結果就不同。

1871年，英國經濟學者 W. Stanley Jevons 在其著作《政治經濟學理論》中，定義經濟學是「效用(utility)和私利(selfishness)的機制」。由此知，「效用」概念是經濟學的核心。  
--《經濟學入門》，自學書院中譯，2010年。

1789及1802年，英國經濟哲學大師邊沁(J. Bentham, 1748-1832)提出了功用(utility)的概念，對後人影響甚廣。曾經有百多年的時間，西方經濟學者也不清楚 utility 是什麼，要到二十世紀中葉才能給 utility 一個明確的定義：功用不代表快樂，不代表享受，也不代表福利。功用所代表的是選擇的排列(options ranking)，是武斷地以數字排列選擇的定名。數字是大是小不重要，重要的是次序。

--張五常，「經濟解釋」，2000年。

### 2.1.3 無異曲線

有了以上的假設與消費者效用的定式後，現可藉簡單的數學來表現消費者對某產品的消費量與其從中取得效用的關係。

現定義無異曲線(indifference curves)係產品消費組合在產品消費量座標系統上的等效用軌跡，如圖 2.1.1 所示，則無異曲線可以滿足前述需求理論的三個假設：

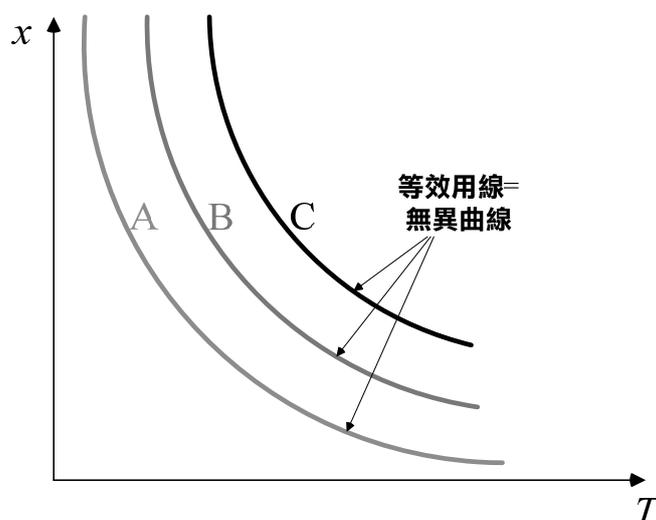


圖 2.1.1 效用無異曲線示意圖

- (1) 完整性(completeness): 任何產品組合的效用均會落在某無異曲線上, 均可評量;
- (2) 可遞移性(transitivity): 無異曲線必平行, 不交叉;
- (3) 不滿足性(nonsatiability): 無異曲線愈偏離原點, 效用愈高(如圖 2.1.1 中,  $U_C > U_B > U_A$ )。

替換定理(postulate of substitution)是這樣說的：每一個人都願意犧牲任何物品來換取任何其他物品。因為每個人都願意替換，功用分析就創造了那有名的「等優曲線」(indifference curve 歷來譯作「無差異曲線」，既乏文采，也不正確)。因為願意捨甲而取乙，我們在甲乙兩種經濟物品之間很容易找到一條曲線，在這線上的每一點功用數字相同。「等優」是指功用數字相同，每一點不分彼此地同樣可取。

--張五常，「經濟解釋」，2000 年。

無異曲線一般會凸向原點，如圖 2.1.2 的 A 曲線所示。此種凸性(convexity)代表維持某效用水準不變，當消費者對某產品  $T$  已消費的量愈高，則為了再多消費一單位  $T$  而願意犧牲其他產品  $x$  的量就愈少。由此知，凸性所反映的是人性，即雖然多多益善，但價值遞減。事實上，凸性是需求理論最大的隱含假設。

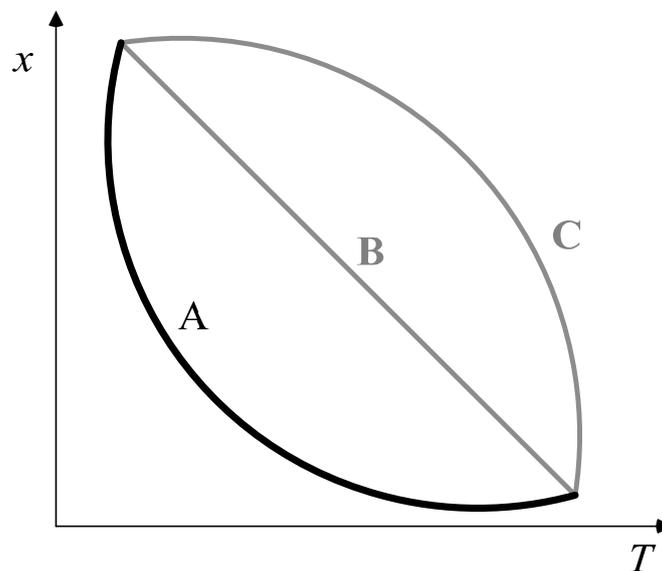


圖 2.1.2 效用無異曲線的不同型式示意圖

等優曲線一定是內凸(向左下彎曲)的，這個約束(等優曲線不是直線也不向外凸)叫作「內凸定理」(convexity postulate)或「邊際替換意圖下降定理」(postulate of diminishing marginal rate of substitution)。含意明顯不過。假若功用數字不變(在同一等優曲線上)，一個人擁有的甲物品愈多，其願意以乙物品替換甲物品的意圖就必定下降。

--張五常，「經濟解釋」，2000 年。

前述消費者某產品  $T$  消費量愈高，為了多消費一單位  $T$  而願意犧牲其他產品  $x$  的量就愈少，此種合乎人性的特性可以數學來表示。現定義產品的邊際替代率(marginal rate of commodity substitution,  $MRCs$ )如下：

邊際替代率＝維持效用相同，產品  $T$  多消費一單位的價值(以被犧牲的其他產品  $x$  的量來表示)。

由微分定理知，由兩變數組成的效用，其總變量可寫成  $du = \partial u / \partial T \cdot dT + \partial u / \partial x \cdot dx$ ，其近似值的寫法為(令  $MU_T$ 、 $MU_x$  分表消費者多消費一單位  $T$ 、 $x$  的邊際效用)：

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{\Delta T} \Delta T + \frac{\Delta U}{\Delta x} \Delta x = MU_T \Delta T + MU_x \Delta x \quad (2-1-2)$$

令  $\Delta U = 0$  (即效用不變，產品的不同消費組合落在同一條無異曲線上)，則：

$$MRCs = -\frac{\Delta x}{\Delta T} = \frac{MU_T}{MU_x} \quad (2-1-3)$$

上式的中間式( $-\Delta x / \Delta T$ )即係以放棄  $x$  的量來表示的多消費一單位  $T$  的價值；右式則為產品的邊際效用比。而當被替換的產品( $x$ )的邊際效用值較高，多消費一單位  $T$  的價值就會較低(以較少量高邊際價值的  $x$  即可換得一單位低邊際價值的  $T$ )，此係被換產品邊際效用值置於分母的合理原因。

式(2-1-3)的右式充分說明，邊際替代率( $MRCs$ )確係兩邊際效用值的比率。

由式(2-1-3)知，邊際替代率實際係無異曲線上任一點切線的斜率( $\Delta x / \Delta T$  實際係  $dx / dt$  的近似表示)。現以範例來說明。假設  $U(10, 20) = U(15, 15) = U(20, 12)$ ，即三個消費組合係在同一條無異曲線上，如圖 2.1.3 所示。則：

- (1)  $T$  的消費量由 10 增為 15，其一單位  $T$  的  $MRCs$  值： $-\Delta x / \Delta T = 5 / 5 = 1$ ；
- (2)  $T$  的消費量由 15 增為 20，其一單位  $T$  的  $MRCs$  值： $-\Delta x / \Delta T = 3 / 5 = 0.6$ ；

亦即同一條無異曲線上每一點的  $MRCs$  均不同，通常某產品已消費的量愈大，其  $MRCs$  愈小。

圖 2.1.3 中， $U(10, 20)$ ， $U(15, 15)$  兩點所計算得  $-\Delta x / \Delta T = 5 / 5 = 1$ ，代表的是連接 H 與 I 兩點間弦的斜率(絕對值)，而邊際替代率是指 H(或任一點)切線的斜率，是令 I 無限逼近 H 的值。惟由圖可看出，H 點的斜率(絕對值)大於 J 點，這才是範例所要表達的，只是較為粗略而已。

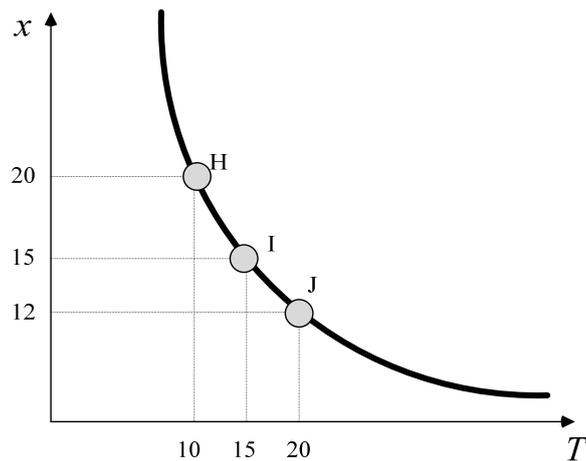


圖 2.1.3 邊際替代率範例

## 2.1.4 預算限制

由前述的假設知，消費者對產品的消費是多多益善的，永不滿足的。如果沒有任何限制，則每個消費者都可無限消費，其效用都是無限大，就沒有需求推估的議題了。因此，需求理論另一個重要的概念，就是消費者有其預算限制(budget constraint)，在預算限制下，增加  $T$  的消費，就會限縮消費  $x$  的能力。

革命家，夢想家和理想主義者設計的理想國沒有經濟學的空間，因為他們假設沒有稀缺(scarcity)的問題，而經濟學者會指出，這正是他們脫離現實世界的理由。  
 -- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

現在，可能的消費組合受到預算限制，其數學式可寫成：

$$Y = P_T T + P_x x \quad (2-1-4)$$

其中：

$Y$ =個人所得(可用以消費的預算)

$P_T, P_x$ =產品  $T, x$  的價格

將上式轉換成可座落在  $T, x$  座標上的線性代數式：

$$x = - (P_T/P_x) T + Y/P_x \quad (2-1-5)$$

如圖 2.1.4 所示，上式係在  $T, x$  座標上的等所得線(直線)，而在某條等所得線上，不論何種消費組合，其總花費相同(等於一固定的所得)。而由上式與圖 2.1.4 知， $Y/P_x$  為以  $x$  產品消費量表示的所得  $Y$  購買力，係縱軸截點； $Y/P_T$  為以  $T$  產品消費量表示的所得  $Y$  購買力，係橫軸截點；而多消費一單位  $T$ ，須放棄  $x$  的量為  $-P_T/P_x$ ，係等所得線(直線)的斜率。

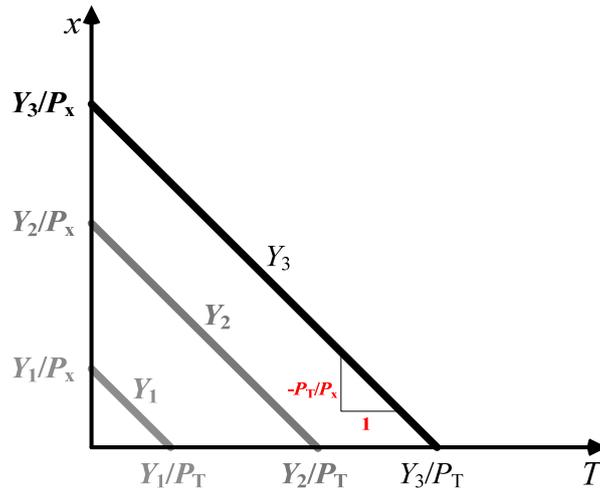


圖 2.1.4 所得無異曲線示意圖

為何等所得線不像等效用線一樣凸向原點，而是一條直線？因為錢的價值不會受已購買多少某產品而有改變。

現比照邊際替代率的方式，由兩變數組成的消費預算(所得)總變量可寫成：

$$\Delta Y = P_T \Delta T + P_x \Delta x \quad (2-1-6)$$

令  $\Delta Y = 0$ ，則：

$$-\frac{\Delta x}{\Delta T} = \frac{P_T}{P_x} \quad (2-1-7)$$

其中， $P_T/P_x$  為  $T$  的相對成本，係等所得線的斜率(絕對值)，亦為多消費一單位  $T$ ，必須放棄的  $x$  量，即  $T$  的機會成本(opportunity cost)。

機會成本是經濟行為裡很關鍵的觀念。舉例來說，如果我們把人力、時間用來看電影，就會放棄其他機會，如看書或睡覺，那些被放棄的機會就是看電影的機會成本。那到底是「看書」，還是「睡覺」是看電影的機會成本呢？答案是端視何者較有價值。例如這個時間看書比睡覺更有價值，那麼看電影的機會成本就是看書！

--國立台灣大學經濟系

現在只有  $T, x$  兩種產品，所以因多消費一單位  $T$  而放棄的  $x$  的量，自然就符合機會成本的定義。

## 2.2 消費者均衡

### 2.2.1 消費者均衡的條件與特性

由以上各節知，消費者的消費目標是如何在預算有限下尋求能得最大效用的產品消費組合，其數學式可寫成：

$$\begin{aligned} \text{Max } U(T, x) & \quad (\text{Utility}) & (2-2-1) \\ \text{s.t. } Y = P_T T + P_x x & \quad (\text{budget constraint}) \end{aligned}$$

式(2-2-1)式係一種最佳化問題的數學表示。Max  $U$  稱為目標式，本例的目標就是追求最大效用；s.t. 係 subject to 的簡寫，指「受限於」，本例就是受限於所得有一個上限  $Y$ ，而所得可以購買的產品有兩種，其價格已知，分別為  $P_T$ 、 $P_x$ 。由目標式亦可瞭解，本例要求解的是該兩種產品分別的購買量  $T, x$ 。

這個公式，用文字來表達亦很簡單，即在有限的所得額度下， $T, x$  產品各買多少可讓某人的效用最大。

上式的最佳解稱為消費者均衡(consumer equilibrium)，代表在預算限制下消費者能獲取的最大效用。如以圖解法求之，可令預算線切於無異曲線，如圖 2.2.1 所示(圖上交點對應的  $x^*$ 、 $T^*$  即最佳解)，其交點以數學表示為：

$$-\Delta x / \Delta T = P_T / P_x (=MRCS) \quad (2-2-2)$$

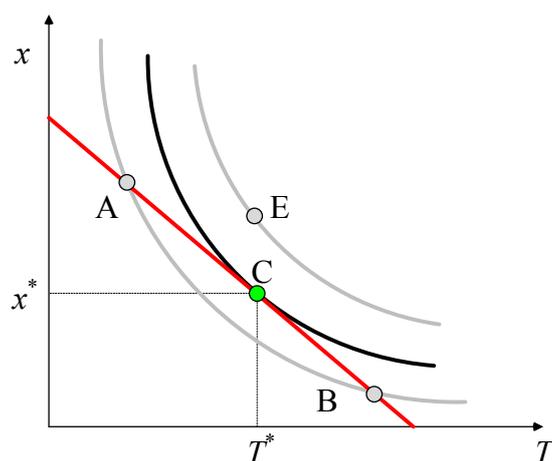


圖 2.2.1 消費者均衡的圖解示意圖

在整個功用分析中我們只有三個安全可靠的定理假設：其一是每個人爭取局限下最高的功用數字(註：即式(2-2-1))；其二是替換定理(註：即式(2-1-3))；其三是內凸定理。

--張五常，「經濟解釋」，2000 年。

以圖 2.2.1 為例，依消費者的預算，可購買的產品組合有 A、B、C 三種，但只有預算線與效用無異曲線相切的組合，其效用最大，亦即  $U_C > U_A = U_B$ ，而產品組合 E 的效用比 C 大 ( $U_E > U_C$ )，但因為其總費用超過消費者的預算，故並非可選的組合。由此可充分說明，達均衡的條件是預算線切於效用無異曲線。

式(2-2-2)其實是由式(2-2-1)的最佳解的必要條件導出來的。因為大部分讀者可能沒有學過最佳化問題的求解方法，因此大部分經濟學者均以圖形的方式來說明最佳解的內涵。而由上圖的文字說明應可理解，圖形的表達應比數學的求解易懂。

預算線切於效用無異曲線另有其他意涵，包括：

- (1) 消費者為多消費一單位  $T$ ，願意放棄的  $x$  量(等效用下的意願值)，等於必須放棄的  $x$  量(固定預算下的實體值)；
- (2) 效用抽象的價值=金錢實體的價值；
- (3) 某產品的邊際價值(多消費一單位)=該產品的機會成本(須放棄的其他機會)。

## 2.2.2 所得對最佳消費的影響

假設消費者所得增加，其消費預算即等量增加，則其他不變下，所得增加，會增加消費者的購買力。所得增減會使預算線平移，為追求最大效用，消費者會將消費組合移至新預算線與另一條無異曲線相切處，如圖 2.2.2 所示。

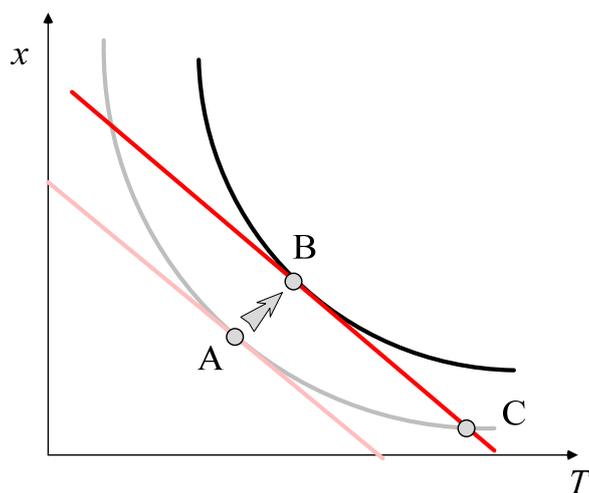


圖 2.2.2 所得增加對消費者均衡的影響示意圖

以圖 2.2.2 為例，所得增加，所得線向上平移，可交於 B 點 ( $T, x$  均約等比增加) 或 C 點 ( $T$  大增，而  $x$  減少)，此二點均係新所得可支付的产品組合。由於交於 C 點的效用與 A 點同，效用沒有增加；交於 B 點，效用增加最大。因此新的均

衡解是 B 點，亦係所得線切於效用無異曲線處。

上述的範例係所得增加時，各產品的消費均有增加，只是比重不同而已，實務上則可能發生所得增加，消費量卻不增反減的產品。經濟學特別以產品的消費量是否隨所得增加而增加，來區別產品的類型，如圖 2.2.3，即：

- (1) 正常品(normal goods)：所得增加，會增加消費的產品，如圖中的  $T$ ；
- (2) 劣等品(inferior goods)：所得增加，會減少消費的產品，如圖中的  $x$ 。

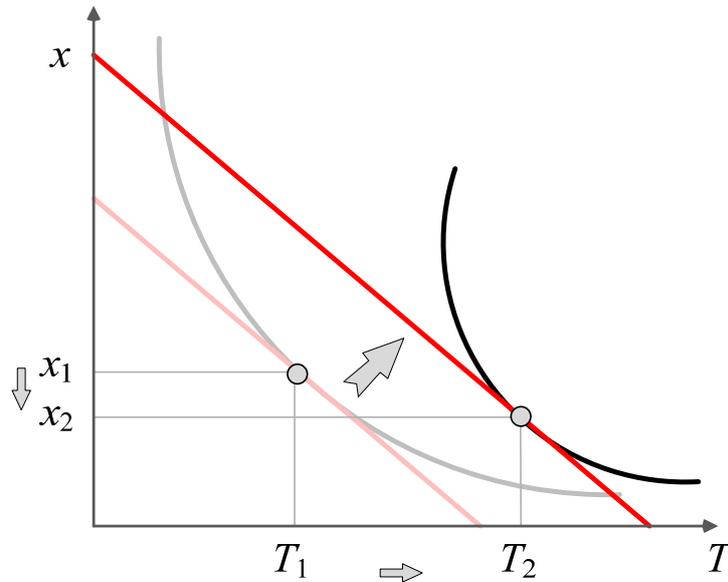


圖 2.2.3 正常品與劣等品示意圖

經濟學上 inferior goods 一詞，香港的教育權威譯作「次選貨品」，錯！國內譯作「低檔物品」，也錯，但比較好一點。我譯之為「貧窮物品」，大為不雅，卻是對的。什麼是貧窮物品呢？我的收入不高，喝啤酒，但昨天賭馬贏了十萬元，收入增加，就轉喝葡萄酒，不喝或少喝啤酒了。窮時喝啤酒，收入增加就轉喝葡萄酒，是某些人之常情。因為收入增加而需求量減少了的，就是 inferior goods (貧窮物品)。但上述的啤酒可不是次貨，或是次選，也不是低檔。啤酒可能精美絕倫，但我就是賭馬輸了，或窮時才多喝一點。

--張五常，「經濟解釋」，2000 年。

### 2.2.3 產品價格對最佳消費的影響

產品價格增減，其他不變，亦會改變消費者的購買行為。在產品消費量座標上，為追求最大效用，產品價格增減會直接改變預算線的斜率，與另一條無異曲線相切。圖 2.2.4 為  $x$  產品價格增加及  $T$  產品價格降低的範例。

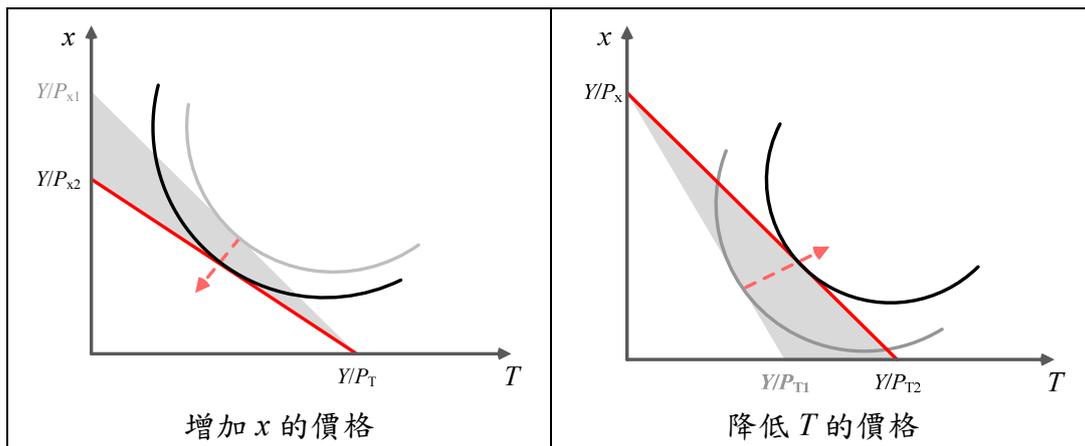


圖 2.2.4 產品價格增減對消費者均衡的影響示意圖

一般產品的需求曲線是負斜率(價格愈高, 需求愈低), 但英國統計學者 Sir Robert Giffen(1837-1910)觀察到一個怪異的現象, 即馬鈴薯價格上升時, 窮人對馬鈴薯的需求反而上升, 需求曲線變成奇怪的正斜率, 就算馬鈴薯是最便宜的食物也是如此(實際上馬鈴薯係劣等財, 所得增加時反而會減少其消費)。此即季芬財(Giffen goods)的由來, 即價格愈高, 需求亦愈高。

Donald Walker (1987)曾寫了一篇回顧季芬財的文章, 他說: 到目前為止, 還沒有一項研究證明個人的消費曲線是季芬財的形式; 在市場需求上也找不到這種曲線。直到 John Davies(1994)的論文才讓大眾明白, 季芬財不是抽象的觀念, 早在 1845~48 年愛爾蘭大飢荒之前就存在了。為什麼經濟學界普遍認為季芬財只是理論性的觀念呢? 因為經濟學界在分析季芬財時, 都沒有理解到兩項重要的前提: (1)季芬財必須在所得逼近生存底線時才會出現; (2)必須在沒有其他食物可選擇替代時, 馬鈴薯才會成為季芬財。也就是說, 經濟學家在正常的社會裡, 不可能找到季芬財, 季芬財是只有在被迫求生、被生存的壓力驅迫時, 才會出現的消費行為。

--賴建誠, 「經濟史的趣味」, 2010 年。

## 2.3 需求函數

### 2.3.1 需求函數的組成

由前節的均衡解知, 最佳消費組合決定於兩組資訊:

- (1) 消費者的經濟環境: 以  $Y, P_T, P_x$  定義;
- (2) 消費者的個人偏好: 以  $\psi$  定義。

對各種產品的需求量組合, 等於預算限制下, 效用最大問題的最佳解, 而其解係決定於產品價格、個人所得、個人偏好。有了這個理論背景, 某產品需求函數的定式可寫成:

$$T^* = T(P_T, P_x, Y; \psi) \quad (2-3-1a)$$

$$x^* = x(P_T, P_x, Y; \psi) \quad (2-3-1b)$$

其中，星號表最佳(達均衡)水準，而在實務上取得的任何樣本，都是當時環境下消費者的最佳決策結果(即均隱含為一均衡解)。

讀到這裡，就可以來個小小的複習。請問，如何建構一個需求函數?或者，一個符合需求理論的需求函數，其應變數是唯一的，就是某產品的需求量,  $D$ ，那其解釋變數至少應包含那些??亦即， $D=F(a,b,c,d,e,..)$ ，請問， $a,b,c,d,e,..$ 各是什麼???

### 2.3.2 需求曲線

由前節的均衡解知，因  $MRCs=MU_T/MU_x=P_T/P_x=-\Delta X/\Delta T$ ，如  $P_T$  下降， $P_x$ ,  $Y$  不變，此時增加  $T$  一單位的消費，兩產品的邊際效用比將大於其價格比，亦即  $T$  的邊際效用值會大於  $T$  的機會成本，其結果是消費者會多消費  $T$ ，簡言之，當其他都不變時， $T$  與  $P_T$  呈負相關。

知道產品價格與消費行為的關係後，現在可以來定義需求曲線(demand curve)。所謂需求曲線，係其他維持不變，某產品的價格與消費量的關係。對連續型產品而言，因價格改變不會使消費者完全放棄消費，最多只是改變消費的量，故稱之係在集約邊際(intensive margins)消費。如圖 2.3.1 所示。

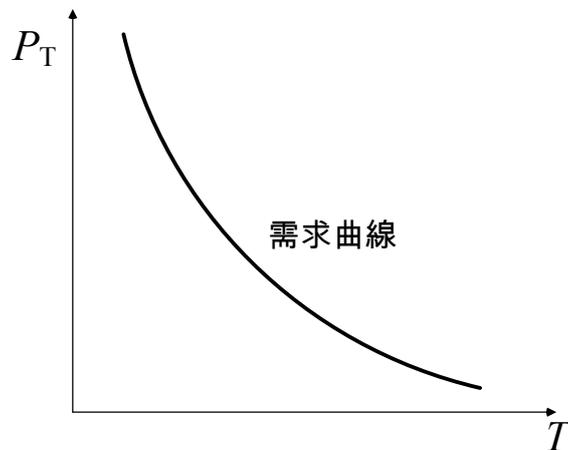


圖 2.3.1 需求曲線示意圖

經濟學者把價格和人們購買數量的關係表達為需求曲線 demand curve。這關係是反向的，即是價格越高，人們購買的數量越少。這反向關係可套用在絕大部份的產品，所以有一個特別名字：需求定律 law of demand。這個「律」不是法律，而是觀察得來的規律。

--《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

需求定律(the law of demand)是說任何物品的價格下降，其需求量必定上升。古往今來，何時何地，不能有例外。這也是說，以豎線為價及豎線之下的橫線為量，其中的需求曲線一定是向右下傾斜的。

--張五常，「經濟解釋」，2000 年。

集約邊際(intensive margin)係農業經濟的概念：如可耕作農地固定，則要增加收穫就需對該塊農地進行各種改良，亦即強調資源使用的程度或強度(degree or intensive)。現引用於經濟環境改變會令消費者改變消費量的狀況。如工作上耗費的工時，生產某一產品使用的燃料量等。

粗放邊際(extensive margin)亦係農業經濟的概念：如已知對一塊農地施予某種耕作方式可得一單位收穫，則將其耕作方式推廣至 n 塊農地，可預期得 n 倍收穫，亦即強調資源使用的範圍(range)。現引用於經濟環境改變會令消費者改變產品項目的狀況。如在工作或旅遊中擇一。

消費者係在集約或粗放邊際消費，從模化角度，對個人不是很重要，對整個市場卻大有關係！

某產品的需求曲線，是廠商生產行為在求市場均衡時一個相當重要的單元。而某產品「需求量的變動」，指的就是由於該產品本身的價格變化所引起的變動，係在同一條需求曲線上點的移動。但如果不是因為該產品本身的價格變化所引起的變動，例如由於所得、其他產品的價格、偏好等其他因素的變化所引起的，此時稱之為「需求的變動」，係整條需求曲線位置的改變，二者的比較如圖 2.3.2 所示。

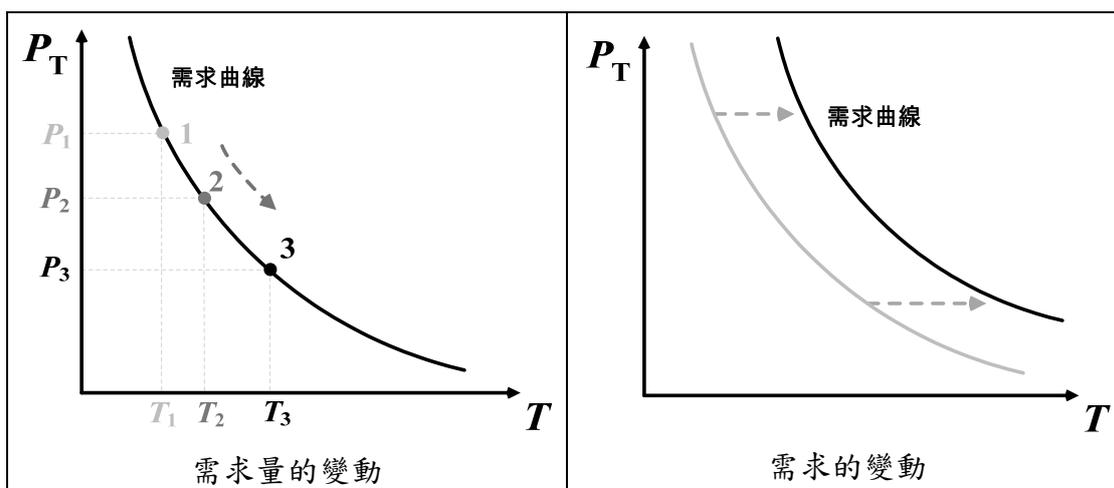


圖 2.3.2 需求量的變動與需求的變動示意圖

當物品 A 的價格是 1 塊錢，人們的購買量是 100。如果購買量下降到 90，原因可能有兩個：其一是價格上升到 2 塊錢；其二是本來假定不變的係數起了變化，所以雖然價格不變，銷售數量有變。經濟學者把這兩種情況分開處理。在第一種情況，需求關係沒有改變，但有移動，經濟學者稱之為需求數量變化 change in quantity demanded；第二種情況改變了需求關係，當初的價格與數量的組合已不合用，由新的組合代替，經濟學者稱之為需求變化 change in demand。

-- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

### 2.3.3 運輸市場的需求

前節所談的，是某個消費者對某產品的需求，本節則討論整體市場對某產品的需求。

運輸市場的需求( $D_T$ )係指在已知各產品的價格及消費者所得下，所有消費者運輸需求的加總(aggregation，又稱總計)，公式可寫成：

$$D_T(P_T, P_X, Y_1, \dots, Y_N; \psi_1, \dots, \psi_N) = \sum_i T(P_T, P_X, Y; \psi_i) \quad (2-3-2)$$

對每一消費者言，消費市場各產品的價格均同，只有所得會有差異。惟雖然某研究地區的个人所得分布會影響某產品的市場需求，但大部分實證研究均只量測總計所得，亦即係假設所得增加對所有消費者在消費上有相同的邊際效果，則所得分布不再具影響力。

令  $Y^a$  為總計所得，可得以產品價格及所得為函數的運輸市場需求：

$$D_T = D_T(P_T, P_X, Y^a; \psi_1, \dots, \psi_N) \quad (2-3-3)$$

表 2-3-1 係運輸市場需求增加或減少的各種可能原因。

表 2-3-1 運輸市場需求增加或減少的各種可能原因

運輸市場需求增加	運輸市場需求降低
所得增加	所得降低
人口增加	人口減少
互補產品價格降低	互補產品價格增加
替代產品價格增加	替代產品價格降低
運輸產品減稅	運輸產品加稅
運輸產品消費偏好增加	運輸產品消費偏好降低

值得說明者，運輸產品如果是正常品，則所得增加，需求會增加；如果是劣等品，則所得增加，需求反而會減少。我國早期家家戶戶都有不只一輛的自行車，作為上班或上學的交通工具。隨國民所得提高後，自行車被機車、小汽車取代了，不再是被普遍用來上班或上學的交通工具，所以這種運輸產品，可說是劣等品。當然，現在自行車又變成是一個符合環保又能健身的交通工具，不但不再是劣等品，甚而單價甚高，成為一種時尚的象徵。

## 2.4 運輸需求推估

### 2.4.1 模化的簡化與假設

蒐集資料，實證建立運輸需求函數或模式係相當重要的工作。對於連續型產品  $T$  與  $x$ ，為求模化上的簡化，一般可假設：

- (1) 所有人的偏好相同；
- (2) 所有人的所得相同；
- (3) 所有人面對相同的  $T, x$  價格；
- (4) 所有人的社經背景相同。

以數學式建立需求模式，主要目的是想掌握消費者的平均行為，並從而瞭解組成需求函數的重要影響變數。而任何數學模化的結果，都簡化了原有問題，亦即所有模式都會有程度不等的誤差，包括：

- (1) 量測誤差：計量經濟學的隱含假設是，解釋變數沒有量測誤差。但因為一般無法進行精確量測，因此實務上解釋變數或多或少都有量測誤差；
- (2) 模化誤差：通常問題系統內 80% 的影響可能來自其中 20% 的變數，而好的模式通常是以最少的變數，即能獲得最大的解釋能力。就因為只含最重要的變數，不包含所有影響因素，因此任何模式一定存有模化上的誤差；
- (3) 偏好差異：消費者間存在不同偏好產生的決策行為差異，因為觀測不到，因此可能會是一種誤差的來源。

上述誤差中，前二項無法避免，只能儘可能減少。第三項對離散型產品而言，例如運具選擇模式，係模化上重要的組成要項，不但不能忽略，甚而需要納為模式的重要組成審慎處理。但對本章討論的連續型產品而言，一般實證研究認為消費者間的偏好差異只占預測誤差甚小比重，當消費者的社經背景相同，則可進一步合理假設其偏好亦相近，影響力就更小。

基於上述討論知，研究者有興趣的通常是各種社經因素(如油價或薪資)的變化對需求的影響，而常忽略消費者個人偏好對需求的影響。例如某產品的價格增加，就算個人間的偏好不同，有些人會增加/減少  $T$  產品的消費，但整個市場總計的結果，仍會反映出價格增加導致需求降低的趨勢，再加上偏好的差異無法觀察，實務的作法，一般是以誤差來處理，只要在可接受的誤差範圍，所建立模式的解釋能力仍具有相當的價值。

如果消費者的社經背景接近，市場的需求可假設係由完全相同的消費者來產生，此時觀測值將隨機分布於預測值周圍，亦即觀測值的誤差和為 0 (平均值等於預測值)。如果消費者的社經背景確有很大差異，此時可以分群構建其需求函數，同群內各消費者間的偏好差異，仍可忽略。

經濟學者依循哲學家波普爾(Karl Popper)的分界線，把陳述分為實證(positive)和規範(normative)兩種。實證陳述是說出這是什麼(例如「月亮是豆腐做的」)，沒有表示是否贊同；規範陳述是說出這最好是什麼(例如「如果月亮是豆腐做的，世界會更美好」)。

經濟學者對實證事務是可以發表權威意見的，至於發表規範性意見，因為規範性意見最後會歸納為「生命的意義」這類議題，而學習經濟學不是為了解決這樣的問題，因此經濟學者在這方面就沒有特別權威。

-- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010年。

## 2.4.2 需求函數的模化

最簡單的需求函數型式係線性模式，但如採對數型模式，則有運用上許多便利性，本節分別說明之。

### 1. 線性需求函數

線性需求函數可寫成：

$$D_T = \beta_0 + \beta_T P_T + \beta_Y Y + \sum_i \beta_i P_i + \beta_S S \quad (2-4-1)$$

其中， $D_T$ 表對運輸產品  $T$  的需求量， $\beta_j (j=T, Y, i, S)$  為變數  $j$  的待校估參數，變數中， $P_j (j=T, i)$  表產品  $j$  的價格， $Y$  表所得， $S$  表社經變數。

現定義某產品  $i$  需求的價格彈性(price elasticity)為該產品的價格變化 1%，致其需求量增減的百分比，公式為：

$$E_{i,p} = \frac{\Delta D_i / D_i}{\Delta P_i / P_i} = \frac{\Delta D_i}{\Delta P_i} \frac{P_i}{D_i} \quad (2-4-2a)$$

如以式(2-4-1)的線性模式代入求算產品  $T$  需求的價格彈性，則可簡化為：

$$E_{T,p} = \frac{\Delta D_T}{\Delta P_T} \frac{P_T}{D_T} = \beta_T \frac{P_T}{D_T} \quad (2-4-2b)$$

將實際的  $D_T$ 、 $P_T$  值及校估得的  $\beta_T$  係數值代入上式中計算，如  $|E_{T,p}| \geq 1$ ，稱為需求有價格彈性(price elasticity)； $|E_{T,p}| < 1$ ，稱為需求無價格彈性(price inelasticity)。

值得注意者，需求曲線上各點的  $P_T$ 、 $D_T$  值並不同，亦即需求曲線上某部分的彈性係數大於一，某部分小於一，並非常數。

### 2. 對數型需求函數

對數型需求函數可寫成：

$$L_n D_T = \beta_0 + \beta_T L_n P_T + \beta_Y L_n Y + \sum_i \beta_i L_n P_i + \beta_S L_n S \quad (2-4-3)$$

其中， $L_n$  表自然對數。

需求函數以對數型式構建有許多應用上非常便利的特性，尤其係推估需求的各種彈性，例如產品  $T$  的價格彈性與所得彈性等。以產品  $T$  的價格彈性為例：

$$E_{T,p} = \frac{\Delta D_T / D_T}{\Delta P_T / P_T} = \frac{\partial L_n D_T}{\partial L_n P_T} = \beta_T \quad (2-4-4)$$

由上式可清楚瞭解，只要是對數型的需求函數，一旦完成參數校估，即可獲得各種需求彈性的推估。而比較式(2-4-4)與(2-4-2b)即可發現，對數型式的需求函數，係假設需求的價格(或其他變數)彈性為常數值，不隨需求、價格等變量的大小而有不同。如為表現需求曲線上各點的價格彈性值均不同的特性，模式除了包含如式(2-4-3)中變數的一階項外，可再加上變數的高階項及變數間的互動項。

彈性是計量反應。計量(measure)是把彈性的結果用數字表示，即是彈性係數。反應(responsiveness)涉及刺激--反應。刺激有改變，人們的反應是改變行為；彈性計量人們反應的程度。其通用公式較為適用於整體：(反應改變的百分比)除以(刺激改變的百分比)。  
--《微觀經濟學入門》，自學書院中譯，2010年。

價格彈性是一個係數(coefficient)，由一條很簡單的方程式算出來。十九世紀後期，好些經濟學者要找這簡單的方程式，但莫名其妙地找不到。一天下午，馬歇爾(Alfred Marshall)坐在家中的天台上，看自己心愛的山，靈機一觸，想出來了。

馬歇爾當年「破案」的關鍵，是價格與需求量二者的分量比對要以百分比處理。彈性係數的方程式是把量的百分比轉變放在上頭，價的百分比轉變放在下面。價格下降，上頭的量的上升百分比若比下面的價的下降百分比大，那麼彈性係數就大於一，說是有彈性(elastic)。這樣，價格下降會導致消費增加(出售者的收入增加)。彈性係數若小於一，是無彈性(inelastic)，消費會減少。

價格彈性係數只可以從一個價位來算。一條需求曲線有數之不盡的價位，價格彈性係數可以價價不同：曲線上某部分的彈性係數大於一，某部分小於一。

--張五常，「經濟解釋」，2000年。

### 2.4.3 連續型產品需求函數模化範例

本節以二個範例來說明如何建立需求模式，與如何解讀。

#### 1. 範例一

McCarthy(2001)以 Lee(1980)研究美國加州地區每月燃油需求為例，說明連續型產品的需求特性。Lee(1980)所建立的需求函數如下：

$$G_t = \beta_0 + \beta_1(\text{Real Gas Price})_t + \beta_2(\text{Real Income})_t + \beta_3(\text{Population})_t + \sum \psi_i S_i + \tau_1 \text{DEC73} + \tau_2 \text{JAN74} + \tau_3 \text{FEB74} + \tau_4 \text{MAR74} + \tau_5 \text{APR74} + \varepsilon_t \quad (2-4-5)$$

其中：

$G_t$ ：t 月的日平均石油需求量(單位：千加侖)；

$\text{Real Gas Price}$ ：實質油價，1967 年幣值，(單位：元/加侖)；

$\text{Real Income}$ ：實質所得，1967 年幣值，(單位：億元)；

$\text{Population}$ ：人口數(單位：百萬人)；

$S_i$ ：1~11 月的虛擬變數( $i=1$  分表 1 至 11 月)；

$\text{DEC73}$ 、 $\text{JAN74}$ 、 $\text{FEB74}$ 、 $\text{MAR74}$ 、 $\text{APR74}$ ：5 個石油危機月的虛擬變數。

每一模式，在參數校估前均須從理論或先驗經驗來預期其參數係數的符號，以作為模式校估結果是否合理的「質」的判定依據。McCarthy(2001)說明上示模式各參數係數符號的預期如下：

(1)  $\beta_1 < 0$

根據需求法則，在其他不變下，增加石油的價格會減少石油的需求量，因此 $\beta_1 < 0$ ；

(2)  $\beta_2 > 0$

如石油是正常品，則當實質所得增加時，對於石油的消費也會增加，石油的需求曲線會向右移動，因此 $\beta_2 > 0$ ；

(3)  $\beta_3 > 0$

石油的需求市場是由個別消費者需求的加總得來，當人口增加時，石油需求曲線會向右移動，因此 $\beta_3 > 0$ ；

(4)  $\tau_i < 0$

在石油危機時期的 1973 年末到 1974 年初的 5 個月，中東石油供給減少與美國對石油零售價格的控制(定量配給)，導致消費者購買石油時需花較長的等待時間，亦即石油危機時期的燃油機會成本會增加，因此 $\tau_i < 0$ ；

(5)  $\tau_i/\beta_1 > 0$

因石油危機對燃油消費產生的效果可分成兩個單元，即「石油危機(Crisis)對等候成本(QC)的衝擊」×「等候成本增加對需求( $G_i$ )的衝擊」，公式為：

$$\frac{\Delta G_i}{\Delta Crisis} = \frac{\Delta QC}{\Delta Crisis} \frac{\Delta G_i}{\Delta QC} \quad (2-4-6a)$$

上式左側為 $\tau_i$ ，等式右側第二項為需求函數對等候成本偏微分，為 $\beta_1$ ，重新整理得：

$$\frac{\Delta QC}{\Delta Crisis} = \frac{\tau_i}{\beta_1} > 0 \quad (2-4-6b)$$

由於石油危機期間等候成本理應增加，即上式左側應為正，因而 $\tau_i/\beta_1$ 合理的符號為正。

一般在做迴歸分析時多僅針對某個別變數設立係數符號的先驗假設，很少會考慮到兩變數係數間的關係。將石油危機對燃油消費產生的效果分成兩個單元：「石油危機對等候成本的衝擊」×「等候成本增加對需求的衝擊」，係 McCarthy(2001)的分析中，最獨到之處。

(6)  $S_i$  不確定

$S_i$  表示一年各月需求淡旺的情形，其係數符號由校估結果決定，沒有那一

個月需求應較多的理論約制。本變數係為消除各月原有的變異特性，以判定石油危機真正的影響。

本範例是一線性的需求函數，其解釋變數除了以虛擬變數(dummy variables)設計的社經變數外，不是價格，就是所得，因為是市場的需求，因此變數亦有人口。本範例校估結果， $R^2=0.92$ ，各參數係數與  $t$  值，除  $S_i$ (1~11 個月份的虛擬變數)外，如表 2-4-1 所示。

表 2-4-1 加州地區每月燃油需求函數校估結果

解釋變數	參數	係數值	$t$ 值
Constant	$\beta_0$	-25193.1	-3.38
<i>Real Gas Price</i>	$\beta_1$	-18552.8	-5.34
<i>Real Income</i>	$\beta_2$	277.3	6.29
<i>Population</i>	$\beta_3$	1567.9	2.92
<i>DEC73</i>	$\tau_1$	-1801.5	-2.84
<i>JAN74</i>	$\tau_2$	-1629.7	-2.57
<i>FEB74</i>	$\tau_3$	-2313.1	-3.60
<i>MAR74</i>	$\tau_4$	-2524.1	-3.88
<i>APR74</i>	$\tau_5$	162.7	0.25

McCarthy(2001)針對各變數的分析如下：

- (1) 由表 2-4-1 知，參數係數符號除 *APR74* 外，均符預期，且在 95%顯著水準下，除 *APR74* 外，各變數均顯著。*APR74* 不顯著，反映石油危機至 1974 年 4 月已解除；
- (2) 如石油為正常品，則實質所得增加時，石油的消費亦會增加，亦即  $\beta_2 > 0$ ，此可由表 2-4-1 獲得驗證；
- (3) 由表 2-4-1 知，當個人所得增加 1 億元時，則平均每月石油消費會增加 277,300 加侖；當人口增加 1 百萬人時，石油消費會增加 1.568 百萬加侖。此二者均會使石油需求曲線往右移動。

當迴歸結果出現某變數係數符號正確但不顯著時，可保留該變數，原因係依計量經濟學理論，當模式中包含不重要或不相干變數時，並不影響其他變數係數的不偏推估，只會使各變數係數的  $t$  檢定結果變得較差。當迴歸結果出現某變數係數符號不正確時，如係不重要的變數(以需求函數為例，重要的變數為價格或所得等)，一般處理方式多係將該變數剔除，重做迴歸。本例符號不正確變數(*APR74*)係數的  $t$  檢定結果不顯著，是可以直接剔除的。但當出現係數符號不正確的係重要變數且顯著時，模式的成立就有問題了。此時能作的，是再檢視校估資料的正確性。

## 2. 範例二

McCarthy(2001)以 Pickrell(1984)的研究，說明短程航空旅次的需求特性。在美國，兩個城市間短程的交通，一般以自行開車的公路運輸為主，航空的競爭力較差，但如果透過軸輻(hub-and-spoke)網路的運作，短程航空運輸或許有商機可圖。追求利潤的航空業者，遂在軸心機場已定下，努力尋求可獲利的輻線服務機場，而一條輻線航線能否獲利，其關鍵就在於需求是否充足。Pickrell(1984)遂建立下列的短程航空旅次的需求函數：

$$\begin{aligned}
 L_n(\text{Trips})_t = & \beta_0 + \beta_1 L_n(\text{Fare})_t + \beta_2 L_n(\text{Flytime})_t + \beta_3 L_n(\text{Freq})_t + \beta_4 L_n(\text{Seats})_t \\
 & + \beta_5 L_n(\text{Enplanements})_t + \beta_6 L_n(\text{DrvCos})_t + \beta_7 L_n(\text{DrvTime})_t \\
 & + \beta_8 L_n(\text{Population})_t + \beta_9 \text{Cert}
 \end{aligned} \tag{2-4-7}$$

其中：

*Trips*：t 月由輻線城市至軸心機場的短程航空旅次數；

*Fare, Flytime, Freq, Sests*：t 月由輻線城市至軸心機場的航空票價、飛行時間、每週班次數、座位數；

*DrvCos, DrvTime*：t 月由輻線城市至軸心機場所在城市的開車成本與開車時間；

*Enplanements*：t 月軸心機場搭機的總乘客數；

*Population*：輻線服務城市的人口數；

*Cert*：屬民航局認證的航線。

該模式各參數係數符號的預期如下(McCarthy,2001)：

(1)  $\beta_1 < 0, \beta_2 < 0, \beta_3 > 0, \beta_4 > 0$

因 *Fare*、*Flytime* 增加，即旅行成本增加，需求量會下降，因此  $\beta_1, \beta_2 < 0$ ；*Freq*(每週班次數)增加，可使取得機位的機會增加，需求量會上升，因此  $\beta_3 > 0$ ；*Sests*(航班座位數)增加，取得機位的機會亦會增加，且旅行會較舒適，需求量會增加，因此  $\beta_4 > 0$ ；

(2)  $\beta_5 > 0, \beta_9 > 0$

*Enplanement*(軸心機場搭機的總乘客數)愈多，表該機場附近有較多的社經活動，亦表該機場更易與其他都市連接，更有吸引力，因此  $\beta_5 > 0$ ；*Cert*(民航局認證的航線)為虛擬變數(1 表是，0 表否)，此種航線對通勤者較有吸引力，因此  $\beta_9 > 0$ ；

(3)  $\beta_6 > 0, \beta_7 > 0, \beta_8 > 0$

*Drvcost*、*Drvtime*(使用小汽車的金錢成本與時間成本)代表競爭產品的價格，當價格增加，航空產品的需求便增加，因此  $\beta_6 > 0, \beta_7 > 0$ ；依市場需求理論，*Population*(輻線服務城市的人口)愈多，需求就愈大，因此  $\beta_8 > 0$ ；

範例二是對數型的需求函數，其解釋變數除了民航局認證航線的虛擬變數外，主要是價格，但似缺重要解釋變數--所得。比較有趣的是，其與價格有關的變數，除了採用航空運具的票價、飛行時間外，亦有採用小汽車運具(替代產品)的成本與時間。此外，影響市場需求的變數，如航空供給量的班次數、座位數等的服務變數，與城市人口數等，亦包含在內。而由於係對數型式，因此一旦校估出合理的模式後， $\beta_1 \sim \beta_8$  的校估值，均為航空旅次需求的某種彈性，而且均假設是常數值，不受其變數值大小的影響。

範例二校估結果， $R^2=0.42$ ，各參數係數與  $t$  值如表 2-4-2 所示。

表 2-4-2 短程航空旅次需求函數校估結果

解釋變數	參數	係數值	$t$ 值
Constant	$\beta_0$	-0.487	-
$L_n(\text{Fare})$	$\beta_1$	-1.080	-2.45
$L_n(\text{Flytime})$	$\beta_2$	-1.850	-4.24
$L_n(\text{Freq})$	$\beta_3$	0.580	4.10
$L_n(\text{Seats})$	$\beta_4$	0.320	1.14
$L_n(\text{Enplanement})$	$\beta_5$	0.360	2.80
$L_n(\text{Drvcost})$	$\beta_6$	-0.0003	-0.30
$L_n(\text{Drvtime})$	$\beta_7$	1.860	3.44
$L_n(\text{Population})$	$\beta_8$	0.109	0.66
$\text{Cert}$	$\beta_9$	0.610	1.76

McCarthy(2001)針對各變數的分析如下：

- (1) 由表 2-4-2 知，參數係數符號除 *Drvcost* 外均符預期，且在 95%顯著水準下，除 *Seats*、*Drvcost*、*Population*、*Cert* 外，各變數均顯著；
- (2) 需求的價格彈性有二，一係需求的票價彈性，公式為  $\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Fare}) = \beta_1 = -1.08$ ；另一係需求的飛行時間彈性，公式為  $\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Flytime}) = \beta_2 = -1.85$ ，表票價或飛行時間增加 1%，航空旅次數會分別下降 1.08%與 1.85%，二者均為有彈性，亦即增加票價或飛行時間均會使航空旅次數明顯下降；
- (3) 需求的服務彈性亦有二，一係需求的班次頻率彈性，公式為  $\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Freq}) = \beta_3 = 0.58$ ，另一係需求的座位數彈性，公式為  $\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Seats}) = \beta_4 = 0.32$ ，說明班次頻率或座位數增加 1%，航空旅次數只分別增加 0.58%與 0.32%，二者均為無彈性，航空公司如想以增加班次數或座位數來吸引更多旅客，恐會事倍功半；
- (4) 需求的交叉價格彈性亦有二，一係需求的小汽車成本彈性，公式為

$\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Drvcost}) = \beta_6 = -0.0003$ ；另一係需求的小汽車行駛時間彈性，公式為 $\partial L_n(\text{Trips})/\partial L_n(\text{Drvtime}) = \beta_7 = 1.86$ 。前者符號不正確且統計上不顯著，不予解釋；後者為明顯有彈性，說明旅客是否會採小汽車，其關鍵因素不在小汽車金錢花費的多寡，而係小汽車行駛時間的長短。

## 2.5 本章小結

### 1. 消費者需求理論

- (1) 效用函數係描述消費者從不同產品的組合中獲得的經濟福利，其決定於消費者的偏好，而消費者的偏好假設具完整性、可遞移性，及不滿足性；
- (2) 無異曲線是一條效用相同、各種產品消費量組合點的軌跡，具凸性，表某產品已消費的量愈高，為該產品多消費一單位而願意犧牲其他產品的量就愈低，反映產品的邊際替代率遞減(diminishing marginal rate of commodity substitution)；
- (3) 最佳消費，係當消費者分派資源於兩競爭產品( $T, x$ )時，其邊際替代率( $MRC_{S} = MU_T/MU_x$ )等於相對價格比( $P_T/P_x$ )的產品消費量組合；
- (4) 均衡狀況係無異曲線上某點的斜率等於預算線斜率的狀況，此時效用抽象的價值會具體表現於金錢實體的價值；消費者為多消費一單位  $T$ ，願意放棄的  $x$  量(等效用下的意願值)，等於必須放棄的  $x$  量(固定預算下的實體值)；或者，某產品的邊際價值(多消費一單位)會等於該產品的機會成本(須放棄的其他機會)。

### 2. 連續型產品的消費者需求函數

- (1) 是個人所得限制下的最佳消費組解；
- (2) 是各產品的價格與個人所得的函數，即  $D = F(P_1, P_2, \dots, Y)$ ，一般係忽略偏好；
- (3) 連續型產品的消費方式係屬集約邊際(intensive margins)型式，亦即只有消費量的多寡，沒有品項的轉變。

### 3. 連續型運輸產品的市場需求

- (1) 一般以線性模式建立，解釋變數包含運輸產品價格、其他產品價格、總計所得(一般採用平均所得)；
- (2) 通常假設個別消費者之間的所得、社經背景、偏好等相同，運輸需求反映的是消費者的總體平均行為；
- (3) 由於運輸旅次係人、貨在空間的移動，因此運輸的機會成本包含金錢成本與時間成本，任一項成本增加，均會導致需求降低。



# 第三章 運輸需求--離散型產品

運輸產品可分成二大類：連續型產品與離散型產品，本章討論離散型運輸產品。面對此類產品，消費者只能做不是這、便是那(either or)的選擇，而當社經環境改變(價格，所得)，會令消費者完全放棄某產品，而改消費其他產品。

運輸系統典型的離散型產品如各種型式的私人小汽車(型式選擇)、公共或私人交通工具(運具選擇)等。本章首先說明離散型產品的個人需求，其次說明離散型產品的市場需求，接著針對運具選擇，說明其模式及推估方法，最後說明運具選擇模式隱含的需求特性。

## 3.1 離散型產品的個人需求

對個別消費者言，連續型產品與離散型產品最顯著的不同，是面對社經環境變化，個別消費者對該兩類產品的消費反應。面對社經環境變化，消費者對連續型產品可能增加或減少消費量，但仍會維持相同品項；消費者對離散型產品則可能會轉變消費的品項。前者係在集約邊際(intensive margin)消費，後者係在粗放邊際(extensive margin)消費。消費者到底是在集約邊際或粗放邊際消費，對於個別消費者的層級並不重要，但對於構建市場需求模式的層級就很重要。

本節首先說明，對於離散型產品，以直接效用函數來模化個人需求會產生的困難，接著說明以條件間接效用函數模化離散型產品的方法。

集約邊際與粗放邊際均係農業經濟的概念，其意義詳第二章 2.3.2 節。

### 3.1.1 直接效用函數模化上的困難

假設個別消費者要消費的仍係二類產品， $T, x$ ，但與第二章連續型產品不同的是，此時  $T$  有二種運具，而個別消費者只能從中擇一使用，亦即令  $T_a, T_b \in (0,1)$ ， $T_a=1$  表選小汽車， $T_b=1$  表選公車，則當  $T_a=1$  時， $T_b=0$ ，反之亦然。依第二章的消費者理論，在個別消費者的偏好  $\psi$  已知下，亦可定式出在預算有限下能得最大效用的產品消費組合，其數學式可寫成：

$$\begin{aligned} \text{Max } U(T_a, T_b, x; \psi) & \quad (\text{utility}) & (3-1-1) \\ \text{s.t. } Y = P_{T_a} T_a + P_{T_b} T_b + P_x x & \quad (\text{budget constraint}) \\ T_a + T_b = 1 & \quad (\text{binary choice constraint}) \end{aligned}$$

其中， $P_{Ti}$  為使用運具  $i$  單旅次的成本， $P_x$  為一單位其他產品的價格。

上式最佳解下的需求函數為：

$$T_a^* = T_a(P_{Ta}, P_{Tb}, P_x, Y; \psi) \quad (3-1-2a)$$

$$T_b^* = T_b(P_{Ta}, P_{Tb}, P_x, Y; \psi) \quad (3-1-2b)$$

$$x^* = x(P_{Ta}, P_{Tb}, P_x, Y; \psi) \quad (3-1-2c)$$

上式中， $x^*$  是連續型產品，最佳解指的是該產品某一消費數量，惟  $x^*$  的最終消費量並不是本章討論的重點，事實上  $P_x$  對選擇  $T_a$  或  $T_b$  決策的影響甚微，甚而可以忽略；最需要關注的  $T_a^*$  與  $T_b^*$ ，因係離散型產品，其最佳解的值不是 1 就是 0，亦即在式(3-1-1)的最大效用式不含消費者的偏好(視為誤差)下，如價格與所得完全相同，就只能解出完全相同的消費者選擇結果(100 個人選擇運具  $a/b$  的結果，不是 100/0，就是 0/100)，無法解出運具  $a, b$  分別的消費量(或比例)。此種結果不符合需要，需另擇方法定之。

科學方法有兩種，一種是規範(normative)法，追求的是「這最好是什麼」；另一種是實證(positive)法，追求的是「這是什麼」。上示的最大效用式明顯的係屬規範法(最佳的狀況下當選什麼)，現既然不符合需要，似可以嘗試實證法來求解。

事實上，如果只是想決定消費者選擇那一種運具，只需比較消費者選擇不同運具的效用即能達成，且效用的數字大小不重要，只要能定出其序量即能判定，而既然要比序，就需要建立消費者選擇不同產品時個別的效用函數。但實證法一般係以消費者的實際行為取樣，已隱含產品價格及個人所得條件下的最佳消費方式，由於比較效用函數序量的同時，又要反映最佳消費方式的特性，因此效用函數需要重新改裝。

對於何謂科學，哲學家波普爾(Karl Popper)的定義被廣泛接受，他認為科學論證一定要經得起羅輯否證(證明可能是不對)。一個說法沒有否證的可能性，亦即沒有可觀察的事實或事件來做試驗，就不是科學。

經濟學者依循波普爾的分界線，把陳述分為實證(positive)和規範(normative)兩種。當大家對事物的看法有所不同時，就要分析究竟彼此的陳述是實證還是規範。

-- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

### 3.1.2 間接效用函數

消費者在預算限制下面臨兩種離散型且互斥的產品，外加一個連續型的產品，其選擇結果的最佳解即(3-1-2)式。現將最佳解代入原個人效用函數中：

$$\begin{aligned} U(T_a^*, T_b^*, x^*; \psi) &= U(T_a(P_{Ta}, P_{Tb}, P_x, Y; \psi), T_b(), x(); \psi) & (3-1-3) \\ &= \hat{U}(P_{Ta}, P_{Tb}, P_x, Y; \psi) \end{aligned}$$

其中， $U(T_a, T_b, x; \psi)$  稱為直接效用函數； $\hat{U}(P_{T_a}, P_{T_b}, P_x, Y; \psi)$  稱為間接效用函數。前者的解釋變數為產品的消費量與消費者的偏好，後者則為產品的價格及消費者的所得與偏好。

消費者的直接效用函數係以產品消費量為變數，效用純粹來自產品的消費量，並未考量到預算限制，是消費行為前對消費可能獲得效用的評估；消費者的間接效用函數係以價格及所得為變數，係消費者在可能獲得效用與預算限制綜合考量下的最佳消費結果，是消費行為後，反映其最佳決策的產物。

依需求理論知，不論何種產品，對個別消費者言，消費量愈多，效用愈大，亦即直接效用函數與其影響因素(產品的消費量)的關係相當明確。間接效用函數的影響因素(各產品的價格及消費者的所得)與函數的關係是否亦明確? 答案亦是肯定的。假設其他維持不變，只有產品  $x$  的價格增加，依需求定律(the law of demand)，其個別消費者對其消費量必降低，亦即  $x^*$  變小。由前章消費者偏好的假設知，消費者對任何產品均係多多益善的，換言之，消費量降低，會減低消費者的個別效用。同理，其他維持不變，只有消費者所得增加，此時最佳決策的結果是對每種產品的消費都增加，以增加消費者的效用。簡言之，其他維持不變，只有某產品的價格增加，會降低消費者的間接效用  $\hat{U}$ ；其他維持不變，只有所得增加，會增加消費者的間接效用  $\hat{U}$ 。由此知，間接效用函數與其影響變數間的關係亦很明確。

需求定律(the law of demand)，是說任何物品的價格下降，其需求量必定上升，反之亦然。詳第二章 2.3.2 節。

### 3.1.3 條件間接效用與最佳選擇

由於消費者不能同時消費  $T_a, T_b$ ，消費者可同時消費的是運輸產品  $T_a$  (或  $T_b$ ) 與其他非運輸產品  $x$ ，故實際需要建構的間接效用，係在預算限制下只消費運具  $a$  (或  $b$ ) 與  $x$  而得的最大效用，亦即式(3-1-3)間接效用函數的解釋變數中， $P_{T_a}, P_{T_b}$  不需要亦不能同時存在。

令  $\hat{U}(P_i, P_x, Y; \psi)$  表以選定  $i$  ( $i=a, b$ ) 運具為前提的條件間接效用函數(conditional indirect utility function)，由於係以選定某運具為條件，因此條件間接效用函數只包含該運具的價格(及該運具的其他屬性)，且獲致的效用明確係由使用該運具(及消費某數量  $x$  產品)而來。而消費者在預算限制下會選運具  $a$ ，必然是運具  $a$  的間接效用大於運具  $b$  的間接效用，亦即只要能比較出運具  $a$  與  $b$  的間接效用何者為大，就能決定出消費者的運具選擇結果。其數學表示如下：

$$\text{會選運具 } a: \quad \hat{U}_a(P_{T_a}, P_x, Y; \psi) > \hat{U}_b(P_{T_b}, P_x, Y; \psi) \quad (3-1-4)$$

由上式可清楚說明間接效用函數的優點。當個別消費者面對產品的選項有限

時，只需比較各選項的條件效用，即能作出可令其達最大經濟福利的選擇。

### 3.1.4 離散型產品的市場需求

前章某連續型產品的市場總消費量等於該產品個別消費量的加總，本章離散型產品的市場需求亦是水平加總所有個別需求而得，惟此時因市場規模(母體)明確，每個消費者對產品的消費量相同(都是 1)，即某產品市場的總消費量就是選用該產品的人數，因此其各產品的市場需求可以其占有率表示，即選擇某運具人數占總市場母體人數的比例，換言之，離散型產品的市場需求，可以消費者在不同產品間的消費比例(而不是數量)來表現，如圖 3.1.1 所示。

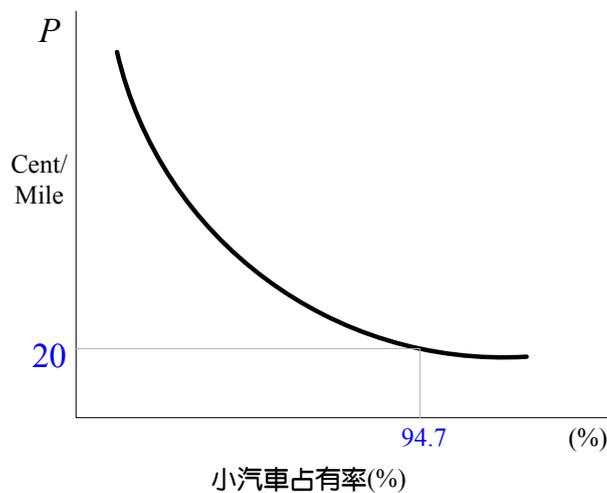


圖 3.1.1 離散型產品的市場需求示意圖

## 3.2 運具選擇的市場需求

前章連續型產品需求的變化係發生在集約邊際，亦即只是消費量的多少，沒有品項的不同。此外，消費者間偏好差異影響的也只是消費量的多少，因比起社經因素對消費量的影響，偏好的影響甚微，故可以假設消費者的偏好完全相同；本章離散型產品需求的變化係發生在粗放邊際，亦即會改變消費品項，此時如假設個人偏好完全相同，在產品價格對每位消費者均相同，再假設所得亦均同時，必出現整個市場對該二運具的需求不是 100%就是 0%的結果，但實際上即便產品的價格與所得均相同的兩個人，其產品的選擇亦可能不同，亦即個人偏好的不同，會影響產品的選擇結果。

由此知，在模化離散型產品的需求時，個人偏好必須顯現在模式中，以反映個人偏好在整個母體中的分佈狀況，不能隱含當作預測誤差來處理。而除了運輸產品  $T$  為離散型(且假設只有小汽車與公車兩產品)，以及個人偏好並不相同外，離散型產品其他假設均與連續型產品相同。

### 3.2.1 運具選擇的隨機效用模式

運具選擇係一種離散型產品的消費行為，其需求模化的假設如下：

- (1) 對運輸選項，每個人各有不同的偏好；
- (2) 每個人，所得相同；
- (3) 每個人，面對相同的產品價格；
- (4) 每個人，社經背景相同；
- (5)  $T$  為離散型，有兩選項： $T_a, T_b$ (小汽車，與公車)；
- (6)  $x$  為連續型的其他產品(以市場整體需求表示)。

假設個人對小汽車與公車的間接效用為：

$$\hat{U}_a = V_a(P_{T_a}, P_x, Y) + \varepsilon_a \quad (3-2-1a)$$

$$\hat{U}_b = V_b(P_{T_b}, P_x, Y) + \varepsilon_b \quad (3-2-1b)$$

其中：

$V_i$ ：為從個人角度可觀測到的部分；

$\varepsilon_i$ ：為因人而異，不可觀測的部分，如個人的偏好。

由式(3-2-1)知，間接效用可觀測的部分為條件間接效用函數。而  $a(b)$  運具的條件間接效用與  $b(a)$  運具的價格無關，但在作運具選擇時會受兩運具價格的影響。此外，個人的偏好係以顯現的形式納入模式中，不再隱含假設其存在。

個人效用亦決定於不可觀測的部分，假設張三與李四兩人有相同的所得，且面對相同的價格  $P_j$  ( $j=T_a, T_b, x$ )，亦即對小汽車與公車的可觀測效用  $V_a, V_b$  相同，惟張三對小汽車有強偏好，即張三的  $\varepsilon_a$  為較大正值，致會選  $a$ ；李四對公車有強偏好，即李四的  $\varepsilon_b$  為較大正值，致會選  $b$ 。亦即，間接效用可觀測的部分，不等同於總效用，亦不能決定選擇行為。而  $\varepsilon$  是隨機的，因人而異，此時實際觀測與預測間的誤差，有一大部分係源於個人不可觀測的偏好差異，而非僅是量度誤差而已。

由於  $\varepsilon$  無法觀測，因此針對選擇行為只能作機率式的預測(例如在母體中隨機抽取一人，其會選擇以小汽車上班的機率)，而此種機率係使用小汽車間接效用會大於使用公車間接效用的機率。基於此，可建立隨機效用函數如下：

$$\begin{aligned} P_a &= \Pr(\hat{U}_a > \hat{U}_b) = \Pr(V_a + \varepsilon_a > V_b + \varepsilon_b) \quad (3-2-2) \\ &= \Pr(\varepsilon_b - \varepsilon_a < V_a - V_b) \end{aligned}$$

如  $w$  為隨機變數，則  $w$  達某已知水準  $W$  的機率函數(累積機率)為：

$$F(W) = \Pr(w \leq W) \sim [0,1] \quad (3-2-3)$$

比較式(3-2-2)與式(3-2-3)可瞭解，式(3-2-2)其實係一個累積機率函數：

$$P_a = \Pr(\varepsilon_b - \varepsilon_a < V_a - V_b) = F(V_a - V_b) \quad (3-2-4)$$

其中， $\varepsilon_a$ 、 $\varepsilon_b$  不是每個人均相同，係在消費者間隨機分布，因而二者的差  $\varepsilon_b - \varepsilon_a$  亦係在母體隨機分布。同理， $V_a$ 、 $V_b$  對個別消費者均為可觀測部分，因而二者的差  $V_a - V_b$  亦為可觀測部分。而由式(3-2-4)知，運具選擇模式，其實係個人偏好呈某種隨機分配的假設下，可觀測效用差的累積機率函數。

由於個人偏好必須顯現在個體選擇模式中，但又為不可觀測項，因此以一個能呈現消費者偏好的某種隨機分配來建構個體運具選擇行為模式，就是恰當不過的處理方式。事實上，由後續運具選擇模式定式的說明知，一個群體多數人的偏好，可以選項特定常數來表示，而該常數需待模式校估後方能決定其大小及正負，係完全由反映樣本(個人)的選擇偏好。

### 3.2.2 運具選擇模式

對式(3-2-4)的隨機項作不同的假設，可獲得不同的運具選擇模式。例如假設呈常態分配，則可獲得 Probit 模式；假設呈 Gumbel 分配，則可獲得 Logit 模式。如係呈 Gumbel 分配，其  $F$  的定式為：

$$F(W) = \Pr(w \leq W) = \frac{1}{1 + e^{-w}} \quad (3-2-5)$$

其累積機率分配又稱為 Logistic 模式，如圖 3.2.1 所示，

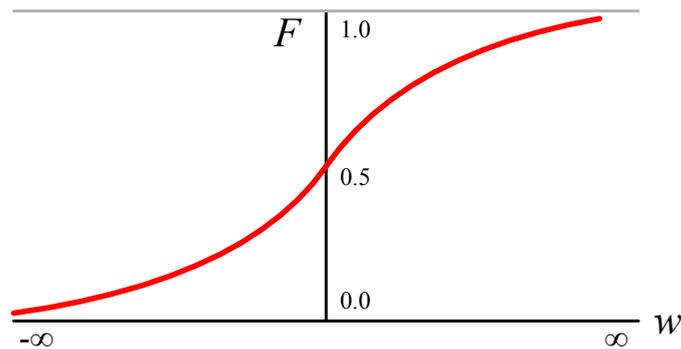


圖 3.2.1 Logistic 分配示意圖

其中：

$$\begin{aligned} w = -\infty &\rightarrow e^{-w} = \infty \rightarrow F(w) \sim 0; \\ w = 0 &\rightarrow e^{-w} = 1 \rightarrow F(w) \sim 0.5; \\ w = \infty &\rightarrow e^{-w} = 0 \rightarrow F(w) \sim 1; \end{aligned}$$

以  $V$  取代  $W$  帶入 Logistic 模式中，則選擇  $a$  運具的機率為：

$$P_a = F(V_a - V_b) = \frac{1}{1 + e^{-(V_a - V_b)}} = \frac{e^{V_a}}{e^{V_a} + e^{V_b}} \quad (3-2-6a)$$

對二元選擇的問題言，因  $P_a + P_b = 1$ ，故選擇  $b$  運具的機率為：

$$P_b = \frac{e^{V_b}}{e^{V_a} + e^{V_b}} \quad (3-2-6b)$$

式(3-2-6)稱為二元 Logit 模式。與 Probit 模式比較，常態分配係最為人所熟知的分配，但其積分無封閉式(closed form)，計算累積機率時只能採數值近似法，數學操作相當複雜；Logit 模式則有積分封閉式，數學運算相當簡易，如係二元選擇，其函數曲線外型非常接近 Probit 模式，故廣受研究者青睞。惟在模化多元(3 個選項以上)選擇時，其模式有許多隱含的缺陷(如 IIA)，需作其他特別的處理。

Logit 或 Probit 模式均係模化個體行為(disaggregated behavior)的模式(一般稱為個體選擇模式)，其模化對象係每個消費者，而不是一群人，因而其模式的定式、校估的方法與樣本的組成均與一般最小平方方法的迴歸分析不同。

### 3.3 運具選擇的需求推估

本節針對 Logit 二元選擇模式，說明運具選擇的需求推估。

#### 3.3.1 個體運具選擇模式規格

由前節的分析知，要建構個體運具選擇模式，其規格需要指定的，是條件間接效用函數，即每個運具各別指定其可觀測部分的間接效用，一般假設為線性，範例如下：

$$V_a = \beta_1 P_{Ta} + \beta_3 Y + \beta_5 P_x \quad (3-3-1a)$$

$$V_b = \beta_1 P_{Tb} + \beta_4 Y + \beta_6 P_x \quad (3-3-1b)$$

將式(3-3-1)代入式(3-2-6a)中，可得：

$$P_a = \frac{e^{(\beta_1 P_{Ta} + \beta_3 Y + \beta_5 P_x)}}{e^{(\beta_1 P_{Ta} + \beta_3 Y + \beta_5 P_x)} + e^{(\beta_1 P_{Tb} + \beta_4 Y + \beta_6 P_x)}} = \frac{1}{1 + e^{[-\beta_1(P_{Tb} - P_{Ta}) - \beta_2 Y]}} \quad (3-3-2)$$

其中， $\beta_2 = (\beta_3 - \beta_4)$ ， $\beta_5 - \beta_6 = 0$ 。

式(3-3-2)相當於其間接效用函數的可觀測部分為：

$$V_a = \beta_1 P_{Ta} + \beta_2 Y \quad (3-3-3a)$$

$$V_b = \beta_1 P_{Tb} \quad (3-3-3b)$$

比較式(3-3-1)與式(3-3-3)知，二元選擇模式中，對出現在不同選項的同一個變數(如  $Y$ )，不能同時指定不同的參數(如  $\beta_3$ 、 $\beta_4$ )，原因係：

- (1) 當某變數兩選項均有時，個體選擇模式只能鑑別出該變數在兩選項邊際效用的相對差  $\beta_2 (= \beta_3 - \beta_4)$ ，無法個別鑑別出  $\beta_3$ 、 $\beta_4$ ；當邊際效用的相對差為 0，該變數就不會出現在模式中(例如其他產品的價格  $P_x$ ， $\beta_5 - \beta_6 = 0$ )。
- (2) 式(3-3-2)的問題以總體模式來解釋會更清楚。將式(3-3-2)改寫成  $\ln(P_a/(1-P_a)) = \beta_1(P_{Ta} - P_{Tb}) + (\beta_3 - \beta_4)Y$ ，即可將二元個體選擇模式轉換成總體模式，而且是一線性迴歸式，可以最小平方法來校估。明顯的，線性迴歸無法個別校估出  $\beta_3$ 、 $\beta_4$ ，只能校估出一個參數  $\beta_2 (= \beta_3 - \beta_4)$ 。

除以上說明外，個體選擇模式尚有許多特性，分述如下：

### 1. 共通變數與選項特定變數

由式(3-3-3)知，個體選擇模式的條件間接效用函數，其變數各有不同的意義：

- (1) 共通變數(generic variables)：指在不同選項中雖分別設不同變數，但採用相同的參數者稱之。此類變數須性質相近(例如都是旅行時間)，邊際效果亦假設相同，例如式(3-3-3)的  $P_{Ta}$ 、 $P_{Tb}$  兩變數採用相同的參數  $\beta_1$ ；
- (2) 選項特定變數(alternative specific variables)：
  - 1) 指變數邊際效果在不同選項明顯不同，原本在不同選項中均應設置，只因模式只能表現相對差，故只能出現在其中一選項，例如式(3-3-3)的  $Y$ 。其參數係數代表選項間該變數對個體的效用相對差( $\beta_2 (= \beta_3 - \beta_4)$ )；
  - 2) 除了變數，屬選項特定的亦含常數，其意義代表所有解釋變數都沒辦法解釋的消費者特性，例如消費者特別偏好小汽車的穩私性等(消費者偏好就以顯現的方式納在模式中)；
  - 3) 如同時有數個選項特定常數或變數，可以分散設在不同的選項中。

### 2. 相對差與模式變數的設定

由於個體選擇模式基本上不同選項間的比較，因此當某變數兩選項均有時，其影響選擇行為的是該變數在不同選項間的相對差。而此種相對差的隱含特性會影響選擇行為模式的變數設定。

例如所得  $Y$ ，因該變數可以反映運具是劣等品或正常品，納入模式中有其特定功能；其他產品價格  $P_x$ ，因為該變數對選小汽車或公車邊際效用差異不大，如以選項特定變數來設定，校估出來的參數係數可能接近 0，因此一般不會將該

變數納在模式中。此亦係個體選擇模式在模化時，其一般條件間接效用函數中通常會包含  $Y$ ，少有  $P_x$  (非選項的其他產品) 的主因。

由以上討論知，對二元選擇行為而言，選項特定變數(或常數)在模式中只能出現在二個選項中的一個(如果是多元選擇，則只出現在  $n-1$  個選項中)，其參數的意義是選項間邊際效用的相對差。

### 3. 基準選項

由於對二元選擇行為而言，選項特定變數只能出現在其中一個選項中，其參數的意義是選項間邊際效用的相對差。如選項  $a$  增加的邊際效果，是相對於選項  $b$ ，則  $b$  稱為基準選項(normalizing alternative)，係被參考的選項。

以下列範例為例：

基準選項：	$b$	$a$
模式規格：	$V_a = \beta_1 P_{Ta} + \beta_2 Y$ $V_b = \beta_1 P_{Tb}$	$V_a = \beta_1 P_{Ta}$ $V_b = \beta_1 P_{Tb} + \beta_2 Y$

如所得項出現在小汽車選項，則公車為基準選項。此時所得項的係數，其值等於增加 1 單位所得，選擇小汽車的邊際效用相對於選擇公車的邊際效用的差。值得說明者，上述二種不同規格的設定只有對  $Y$  的解釋會有不同，並不影響選擇的預測結果(如選小汽車的比率)。

綜合言，當變數值在兩選項中均相同，如所得、年齡、性別等，此時：

- (1) 只能出現在模式的一個選項；
- (2) 其係數代表兩選項邊際效用的差；
- (3) 置於那一個選項，不影響模式的預測，只影響係數的解釋；
- (4) 如有多個選項特定變數，此時不須均放在同一個選項上，範例如下：

$$V_a = \beta_1 P_{Ta} + \beta_2 Y$$

$$V_b = \beta_1 P_{Tb} + \beta_3 Age$$

### 4. 二元 Logit 模式的推估

二元 Logit 模式，可以微觀的個體選擇模式來構建，亦可以巨觀的總體選擇模式來模化，其模式定式分別為：

$$\text{個體： } P_i = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum \beta_j x_j)}} \quad (3-3-4a)$$

$$\text{總體： } L_n \left( \frac{P_i}{1 - P_i} \right) = \alpha + \sum \beta_j x_j \quad (3-3-4b)$$

茲以一範例來說明以個體或總體來模化選擇行為可能遭遇的問題，如表 3-3-1 所示。

表 3-3-1 運具選擇行為的個體樣本範例

樣本	選擇結果	選項 A		選項 B		所得 Y
		T <sub>a</sub>	C <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	C <sub>b</sub>	
1	A	30	15			20
2	A	28	16			19
3	B			10	31	40
4	A	35	20			25

如係個體模式，校估時須代入個體資料，用個體校估法來校估(如 TRUMP 程式)。通常調查取樣時，從受訪者處只能取得其選定者的資訊，例如表 3-3-1 中樣本 1 係選 A，由該受訪者可以獲得所有與選項 A 有關的資訊，選項 B 的資訊就需由研究者代為推估，例如選項 B 如係公車，則需由研究者代為推估同一旅次搭乘公車所需的費用與時間(及其他變數值)；

如係總體模式，則須代入總體資料，惟此時可用傳統的最小平方法(OLS)來校估(線性迴歸式)。有時已取得大量的個體資料，如要校估總體模式，就需要將個體資料轉換成總體資料，其最直接的方法係分群，惟需注意：

- (1) 每一分群的解釋變數值係以各群樣本各變數的平均值為代表，在分群時即應使群內的變數值儘可能相同。例如群內的每一個體所得非常接近，或以同一起迄來分群，則每一群的小汽車或公車的旅行時間均相同，且可外生；
- (2) 分群最重要的目的，係求得迴歸式的應變數，由於應變數為  $L_n(P_i/1-P_i)$ (式 3-3-4b)左側)，因此需要獲得該分群所有樣本的選擇結果，據以算出該分群的  $P_i$ (選擇運具  $i$  的比率)觀測值，再轉換得應變數值。例如以表 3-3-1 的 4 個樣本為一群，則選 A 的機率  $P_a$  為  $3/4=0.75$ ，代入應變數  $L_n(P_a/1-P_a)$  中。值得說明者，由於可能出現分群的  $P_i=0$ ，致出現自然對數值無定義的問題，故一般係在式(3-3-4b)左側對數內的分子項( $P_a$ )與分母項( $1-P_a$ )各加一非常小的正數值，如 0.000001；
- (3) 依計量經濟原理，只要確保每一分群的樣本夠大(但不要求樣本數相同)，就可獲得具一致性的校估結果。亦即只要每一分群的  $P_i$ (選擇運具  $i$  的比率)值均係由足夠的樣本估算出來的，即可符合迴歸統計上的要求。

### 3.3.2 由個體運具選擇模式分析需求特性

一旦校估出個體運具選擇模式，即可藉之分析許多與運具選擇有關的需求特性，包括運具的價格與個人所得增加對選擇行為的影響，並可估算出需求的價格/所得彈性，進而據以推估時間價值。本節分別說明之。

### 1.各運具價格變化對自身需求的影響

需求曲線，係指其他變數維持不變，某產品的需求與其價格間的關係。令  $P_{Tb}, Y$  不變，則增加小汽車使用價格  $P_{Ta}$  的結果為：

$$\frac{\Delta Pr_a}{\Delta P_{Ta}} = Pr_a(1 - Pr_a)\beta_1 < 0 \quad \text{for } \beta_1 < 0 \quad (3-3-5a)$$

同理：

$$\frac{\Delta Pr_b}{\Delta P_{Tb}} = Pr_b(1 - Pr_b)\beta_1 < 0 \quad \text{for } \beta_1 < 0 \quad (3-3-5b)$$

因  $\beta_1$  已知小於 0(先驗知識)，當  $P_{Ta}$  增加時，必會降低效用，致減少使用率；另因  $Pr_a \in [0,1]$ ，必為正， $Pr_a(1-Pr_a)$  乘以  $\beta_1$  的結果必為負值，故  $Pr_a$  與  $P_{Ta}$  呈反相關；同理， $Pr_b$  與  $P_{Tb}$  亦呈反相關。這些結果均符合需求法則。

### 2.其他運具價格變化對自身需求的影響

現今  $P_{Ta}, Y$  不變，則增加公車使用價格  $P_{Tb}$  對小汽車需求的影響為：

$$\frac{\Delta Pr_a}{\Delta P_{Tb}} = -Pr_a Pr_b \beta_1 > 0 \quad \text{對選小汽車者} \quad (3-3-6a)$$

同理，令  $P_{Tb}, Y$  不變，則增加小汽車使用價格  $P_{Ta}$  對公車需求的影響為：

$$\frac{\Delta Pr_b}{\Delta P_{Ta}} = -Pr_a Pr_b \beta_1 > 0 \quad \text{對選公車者} \quad (3-3-6b)$$

由上二式知，由於小汽車與公車互為替代品，因此小汽車價格增加會使需求移至公車，反之亦然，二者呈對稱性。

### 3.小汽車運價增加的總效果(小汽車需求+公車需求)

如現今  $P_{Tb}, Y$  不變，只增加小汽車使用價格  $P_{Ta}$ ，由前節知，其對小汽車與對公車均有影響，其總效果為  $(1-Pr_a=Pr_b)$ ：

$$\frac{\Delta Pr_a}{\Delta P_{Ta}} + \frac{\Delta Pr_b}{\Delta P_{Ta}} = Pr_a(1 - Pr_a)\beta_1 - Pr_a Pr_b \beta_1 = 0 \quad (3-3-7)$$

由上式知，由於小汽車價格增加會導致其選擇機率降低，但必同時等量增加公車的選擇機率，因此其總效果為 0。公車價格增加的總效果，同理亦為 0。

### 4.所得增加

以式(3-3-3a)來定式，即所得項置於小汽車條件間接效用式中，令  $P_{Ta}, P_{Tb}$  不

變，只增加所得  $Y$ ，對選擇小汽車與公車者的效果為：

$$\frac{\Delta \text{Pr}_a}{\Delta Y} = \text{Pr}_a(1 - \text{Pr}_a)\beta_2 = \text{Pr}_a \text{Pr}_b \beta_2 \quad \text{對選小汽車者} \quad (3-3-8a)$$

$$\frac{\Delta \text{Pr}_b}{\Delta Y} = -\text{Pr}_b(1 - \text{Pr}_b)\beta_2 = -\text{Pr}_a \text{Pr}_b \beta_2 \quad \text{對選公車者} \quad (3-3-8b)$$

由於機率和為 1，因此所得增加如會增加選運具  $a$  的機率，必會同時等量減少選運具  $b$  的機率。如小汽車是正常品(normal good)，公車是劣等品(inferior good)，則所得增加應會增加使用小汽車，降低使用公車，故可預期  $\beta_2 = \beta_3 - \beta_4 > 0$ 。

### 5. 自身與交叉價格彈性(own and cross-price elasticity)

需求的價格彈性(price elastic)係指價格增加 1%，需求變化多少%。如果係自身運具的價格改變，稱為自身價格彈性(own-price elasticity)，如果是替代運具的價格改變，稱為交叉價格彈性(cross-price elasticity)。對選擇小汽車者言(增加 1% 價格)，自身與交叉價格彈性分別為：

自身價格彈性(own-price elastic):

$$E_{\text{Pr}_a, P_{Ta}} = \frac{\Delta \text{Pr}_a}{\text{Pr}_a} / \frac{\Delta P_{Ta}}{P_{Ta}} = \frac{\Delta \text{Pr}_a}{\Delta P_{Ta}} \frac{P_{Ta}}{\text{Pr}_a} = \text{Pr}_a \text{Pr}_b \beta_1 \frac{P_{Ta}}{\text{Pr}_a} = \text{Pr}_b \beta_1 P_{Ta} \quad (3-3-9a)$$

交叉價格彈性(cross-price Elastic):

$$E_{\text{Pr}_a, P_{Tb}} = \frac{\Delta \text{Pr}_a}{\Delta P_{Tb}} \frac{P_{Tb}}{\text{Pr}_a} = -\text{Pr}_b \beta_1 P_{Tb} \quad (3-3-9b)$$

小汽車使用價格增加，除造成自身需求的改變，亦造成替代運具公車需求的改變，其總效果恰等於以選擇機率為權重的價格彈性和，其值為 0，公式為：

$$\text{Pr}_a E_{\text{Pr}_a, P_{Ta}} + \text{Pr}_b E_{\text{Pr}_b, P_{Ta}} = \text{Pr}_a \text{Pr}_b \beta_1 P_{Ta} - \text{Pr}_b \text{Pr}_a \beta_1 P_{Ta} = 0 \quad (3-3-10)$$

### 6. 需求的所得彈性

所得彈性係指所得增加 1%，需求變化的百分比。對選擇小汽車與公車者，其需求的所得彈性分別為：

$$E_{\text{Pr}_a, Y} = \frac{\Delta \text{Pr}_a}{\Delta Y} \frac{Y}{\text{Pr}_a} = \text{Pr}_a \text{Pr}_b \beta_2 \frac{Y}{\text{Pr}_a} = \text{Pr}_b \beta_2 Y \quad \text{對選小汽車者} \quad (3-3-11a)$$

$$E_{\text{Pr}_b, Y} = -\text{Pr}_a \beta_2 Y \quad \text{對選公車者} \quad (3-3-11b)$$

所得增加除造成自身需求的改變，亦造成替代運具公車需求的改變，其總效果亦恰等於以選擇機率為權重的彈性和，其值亦為 0，公式為：

$$\Pr_a E_{\Pr_a, Y} + \Pr_b E_{\Pr_b, Y} = 0 \quad (3-3-12)$$

由上式知，所得增加致小汽車的使用增加，在總需求量不變下，必然令公車的使用減少，簡言之，其效果只是作運具的移轉。

## 7. 時間價值(time value)

如運具選擇的個體模式定式為：

$$\text{選小汽車:} \quad V_a = \beta_1 P_a + \beta_2 t_a + \beta_3 Y \quad (3-3-13a)$$

$$\text{選公車:} \quad V_b = \beta_1 P_b + \beta_2 t_b \quad (3-3-13b)$$

其中：

$P_a$ 、 $P_b$ ：為使用運具  $a, b$  的價格，單位為 cent/trip

$t_a$ 、 $t_b$ ：為使用運具  $a, b$  的時間，單位為 min/trip

值得說明者，上式中， $t_a, t_b, P_a, P_b$  均為共通變數(generic variables)，採用相同的參數，表小汽車或公車的旅行成本與時間的增加，對選擇不同運具的邊際效用相同。藉上式，可找出維持相用同效用下，時間與金錢間的折算方式。

令所得維持相同，在效用不變下，假設時間與金錢會以等效用的方式變化，則：

$$\text{選小汽車:} \quad 0 = \Delta V_a = \beta_1 \Delta P_a + \beta_2 \Delta t_a \rightarrow -(\Delta P_a / \Delta t_a) = \beta_2 / \beta_1 \quad (3-3-14a)$$

$$\text{選公車:} \quad 0 = \Delta V_b = \beta_1 \Delta P_b + \beta_2 \Delta t_b \rightarrow -(\Delta P_b / \Delta t_b) = \beta_2 / \beta_1 \quad (3-3-14b)$$

上兩式獲得完全相同的資訊，即效用不變，消費者願意多花  $\beta_2 / \beta_1$  cents 以減少一分鐘旅行時間，此即時間價值。

### 3.3.3 運具選擇模化範例

本節以二個範例來說明運具選擇行為的模化。

#### 1. 範例一

藍武王、許書耕(1992)曾應用個體 Logit 多元選擇模式，分析台北市民工作旅次的運具選擇行為。其工作旅次各運具條件效用函數的定式如下：

$$\text{選小汽車: } V_1 = \beta_1 TC_1 + \beta_2 TT_1 + \beta_6 SEX \quad (3-3-15a)$$

$$\text{選計程車: } V_2 = ASC_2 + \beta_1 TC_2 + \beta_2 TT_2 \quad (3-3-15b)$$

$$\text{選機車: } V_3 = ASC_3 + \beta_1 TC_3 + \beta_2 TT_3 \quad (3-3-15c)$$

$$\text{選公車: } V_4 = ASC_4 + \beta_1 TC_4 + \beta_3 IVT_4 + \beta_4 AWT_4 \quad (3-3-15d)$$

$$\text{選捷運: } V_5 = ASC_5 + \beta_1 TC_5 + \beta_3 IVT_5 + \beta_5 AWT_5 + \beta_7 TU + \beta_8 AM \quad (3-3-15e)$$

其中：

*ASC*：選項特定常數，小汽車為基準選項外，其餘均設有一特定常數；

*TC*：總旅行成本(元)；

*TT*：總旅行時間(分鐘)，含上車前與下車後之步行時間；

*IVT*：公車或捷運之車內時間(分鐘)；

*AWT*：搭公車或捷運之到離站集散與等車時間(分鐘)；

*SEX*：性別虛擬變數，男性=1，女性=0；

*TU*：搭捷運轉車次數之虛擬變數， $\geq 2$ 次=1，其他=0；

*AM*：搭捷運採用集散運具之虛擬變數，到離捷運站需使用機動車輛(含小汽車、機車、公車等)一次以上=1，均為步行=0。

該模式各參數係數符號的預期如下：

$$(1) \beta_1 < 0, \beta_2 < 0, \beta_3 < 0, \beta_4 < 0, \beta_5 < 0$$

不論採採用何種運具，其旅行需花費的成本或時間增加，需求量會下降，因此 $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5 < 0$ ；

$$(2) \beta_7 < 0, \beta_8 < 0$$

搭捷運如需有多次轉車，或到離站需要多次轉乘，需求量會下降，因此 $\beta_7, \beta_8 < 0$ ；

參數校估結果如表 3-3-2 所示，藍武王、許書耕(1992)對各變數的分析如下：

(1) 由表 3-3-2 知，參數係數符號均符預期，且在 95%顯著水準下，除總旅行成本(*TC*)、公車集散等車時間(*AWT*)外，各變數均顯著；

(2) 捷運轉車次數(*TU*)大於 2 與搭捷運需藉其他運具轉乘者，其係數均為負值，且 *t* 值均顯著，說明轉車次數太多，會降低搭乘捷運之效用；而搭乘捷運尚需藉其他運具作較長距離轉車時，搭乘意願較低；

(3) 由式(3-3-14)知，時間價值可由旅行時間有關的參數係數除以旅行成本有關的參數係數而求得。經推估，小汽車、計程車與機車的時間價值( $\beta_2/\beta_1$ )為 7.32(元/分鐘)，公車及捷運的車內時間價值( $\beta_3/\beta_1$ )為 7.13(元/分鐘)；

(4) 社經變數中，個人與家庭所得可能影響運具選擇(例如高所得者較不在乎旅行成本)，惟此類變數加入後，均不顯著，作者推論，其原因可能係所得與家中機動車輛的持有狀況有密切關係，高低所得已反應在運具的可選項目上，不宜再在模式中納入此類變數。

表 3-3-2 個體運具選擇模式校估結果

解釋變數	適用選項	參數	係數值	t 值
總旅行成本(TC)	(1,2,3,4,5)	$\beta_1$	-0.0078	-1.498
總旅行時間(TT)	(1,2,3)	$\beta_2$	-0.0571	-6.233
公車或捷運車內時間(IVT)	(4,5)	$\beta_3$	-0.0556	-4.470
公車集散等車時間(AWT)	(4)	$\beta_4$	-0.0221	-1.067
捷運集散等車時間(AWT)	(5)	$\beta_5$	-0.0753	4.876
性別(SEX)	(1)	$\beta_6$	2.2531	3.940
捷運轉車次數(TU)	(5)	$\beta_7$	-0.8511	-3.026
捷運到離站多次轉乘(AM)	(5)	$\beta_8$	-0.8866	-3.708
計程車選項特定常數	(2)	$ASC_2$	1.7593	2.568
機車選項特定常數	(3)	$ASC_3$	2.0471	3.752
公車選項特定常數	(4)	$ASC_4$	1.6440	2.125
捷運選項特定常數	(5)	$ASC_5$	3.0381	4.600

## 2. 範例二

本範例係許書耕、藍武王(1988)應用總體 Logit 二元選擇模式預測行人立體穿越設施的使用，其建立的模式如下：

$$y = L_n \left( \frac{P}{1-P} \right) = \beta_0 + \beta_1 L + \beta_2 H + \beta_3 T + \beta_4 E + \beta_5 K \quad (3-3-16a)$$

$$P = \frac{\text{使用立體設施行人數}}{\text{總行人數}} \quad (3-3-16b)$$

其中：

- $L$ ：立體與平面穿越的平面距離差(公尺)；
- $H$ ：立體穿越設施上階梯的總高程(公尺)；
- $T$ ：行人所穿越街道的雙向交通量(pcu/hr)；
- $E$ ：虛擬變數，街道中央或兩側設有柵欄者，為 1；
- $K$ ：虛擬變數，如係高架設施，為 1。

該模式各參數係數符號的預期如下：

- (1)  $\beta_1 < 0, \beta_2 < 0$

因立體與平面穿越的平面距離差(L)與立體穿越設施上階梯的總高程(H)增加，均會增加行人穿越路口的體力負荷，降低使用立體穿越設施的意願，因此 $\beta_1, \beta_2 < 0$ ；

(2)  $\beta_3 > 0, \beta_4 > 0$

穿越路口街道的雙向交通量增加，會使行人平面穿越的機會降低，或等候時間增加，因而會提高立體穿越設施的使用意願，因此 $\beta_3 > 0$ 。街道中央或兩側設有柵欄者，可防止或妨礙行人平面穿越，直接增加立體穿越設施的使用，因此 $\beta_4 > 0$ ；

(3)  $\beta_5$  未知

行人穿越路口的立體設施可以是高架橋或地下道，由於事前無法預測何者較為行人喜好，因此 $\beta_5$  未知。

上述模式經調查取樣與參數校估，結果  $R^2=0.78$ ，各參數係數與  $t$  值如表 3-3-3 所示。該模式的建立與校估有許多值得說明處，分述如下：

- (1) 行人穿越路口，如有立體設施，可以選擇平面或立體穿越。由於每一處行人穿越立體設施自然成為一樣本的分群，因此最適合以二元選擇行為模式來模化。其總樣本數即為行人穿越立體設施數，亦即在校估前即可明確掌握所需的樣本數(調查  $n$  處行人立體穿越設施，即有  $n$  個樣本)；
- (2) 每一模式，在參數校估前均須從理論或先驗經驗來預判其參數係數的符號，以供作為模式校估結果「質」的合理性的判定。本範例亦復如是，而事前對各參數係數符號的預判，校估結果顯示均符合預期；
- (3) 在模式各解釋變數參數校估結果的判讀上，最有趣的是  $L$  (立體與平面穿越的平面距離差)與  $H$  (立體穿越設施上階梯的總高程)兩變數係數值顯現的意義，由其係數的比( $1.26/0.04=31.5$ )可解釋為「行人寧可多走平面道路 30 多公尺也不願多爬 1 公尺高的階梯」，符合行人選擇立體穿越設施的特性。

表 3-3-3 行人立體穿越設施選擇行為總體模式校估結果

變數	參數	係數值	$t$ 值
常數	$\beta_0$	8.94	-
$L$	$\beta_1$	-0.04	-1.92
$H$	$\beta_2$	-1.26	-2.64
$T$	$\beta_3$	0.00055	2.53
$E$	$\beta_4$	1.54	2.61
$K$	$\beta_5$	-1.20	-1.96

## 3.4 本章小結

### 1. 離散型產品

離散型運輸需求，如工作旅次的運具選擇，具「這或那」的特性，不能同時消費。分析離散型產品的選擇，需要比較各選項的間接效用。

### 2. 消費者的間接效用函數

直接效用函數是「產品消費量」的函數，間接效用函數是「產品價格與個人所得」的函數。此一間接效用函數，係已隱含消費者在其所得限制下比較不同產品作出選擇的結果，可提供已知經濟環境下最高可能的個人經濟福利水準。一般言，此一間接效用與所得呈正相關，與產品價格呈負相關。

### 3. 在粗放邊際(extensive margin)消費

在一組運輸選項中，消費者會選擇間接效用具最高水準者，以達其最大經濟福利。當社經環境改變，消費者可能會改選其他產品消費，這就是在粗放邊際消費的意涵，即需求會改變的，不是消費的量，而是消費的品項。

### 4. 隨機效用模式

間接效用函數主要由可觀測部分組成，但由於只有部分可觀測，因此以市場角度觀之，各消費者對某離散型產品的選擇係具隨機性，而其隨機的來源是消費者間偏好不同。此種反映消費者在一組離散型運輸選項中擇優以達其最大經濟福行為的機率式模型，稱為隨機效用模式。此種模式當觀測與預測不符時，其主要誤差源係來自消費者間偏好的差異，而非僅是量度誤差或最佳化錯誤。

### 5. 離散型產品的需求

連續型產品的需求函數，因每位消費者消費的數量均不同，因此須反映各產品的市場使用量；離散型產品的需求函數，因總消費量固定(即市場的總消費者數)，因此僅需反映某產品的市場消費比例。

### 6. 二元 Logit 模式

當只有二選項時，最常用的隨機效用模式的是二元 Logit 模式，超過二個選項時，可採多元 Logit (或 Probit)。其模式定式一般含兩種不同類型的參變數：

- (1) 共通變數(generic variables)：指對間接效用的邊際效果，在各選項間均相同者。此類變數各選項均可設，惟須以相同的參數來設定；
- (2) 選項特定變數(alt. spec. variables)：指變數的邊際效果在不同選項中明顯不同，原本在不同選項中均應設置，只因模式只能表現相對差，故只能出現在其中一選項者。

### 7. 時間價值

旅行時間與成本是影響運輸選擇的典型因素，隨機效用模式提供一個簡單的方法以推估時間價值(time value)。在線性可觀測間接效用模式中，時間價值可以旅行時間參數的係數值除以旅行成本參數的係數值來估算。



# 第四章 運輸供給--廠商理論

運輸的供給者係運輸產業的經營者，其生產行為有許多特性，包括經濟規模(例如公車業是否在最適規模經營?)、投入要素成本占總成本的比例(鐵路運輸業人事成本是否過高?)、投入要素需求的價格彈性(航空產業在油價上漲時能有多大的空間來降低成本?)，以及投入要素間的替代彈性(當公路貨運業勞務成本上漲時，可否增加其他要素的用量以節省勞務支出?)等。其中，投入要素(input factors)係指廠商因生產所需，必須投入的各種生產素材，如公車業的司機、車輛、燃油等。本章藉個體經濟學的廠商理論(theory of the firm)，分別說明運輸供給面的這些特性及其分析方法。

## 4.1 長期經營

本節討論運輸供給者在長期經營狀態下的生產行為。在探討廠商如何生產前，首先假設廠商係處於完全競爭市場(perfect competition markets)，對該市場內所有廠商言，其成本結構與技術均相同，產品均質(homogeneous)，產量均不大，不足以影響售價，均是產品市場價格的接受者(price-taker)，但不論生產多少均銷得出去。在這個市場的廠商能作的僅係控制其生產效率，來追求最小成本(minimum cost)的生產。

### 4.1.1 長期生產函數

假設生產商品  $T$  只需 2 種投入要素：資本  $K$  與勞務  $L$ 。廠商係藉不同的投入要素用量的組合來改變產量。而所謂長期與短期經營狀態，其間的分別在於長期經營下廠商可改變任何投入要素的用量來調整生產水準，短期則有一項以上投入要素的用量固定，廠商只能改變非固定投入要素的用量。

廠商生產的行為，簡單的說，係在已知技術水準下，將投入要素  $K$ 、 $L$  有效率地轉換成產品  $T$  的過程，其數學式，即生產函數，可寫成：

$$T = T(K, L; \gamma) \quad (4-1-1)$$

其中：

- $T$  = 在已知生產技術下，投入  $K, L$  可獲得的最大產量；
- $K, L$  = 投入要素量，均屬連續型；
- $\gamma$  = 反映既有技術狀態的參數。

生產函數所代表的是技術上有效率的產出水準，因為已在最有效率的狀態下，因此不可能增加產出而不增加投入，亦不可能生產相同產量而減少投入。

經濟學假定在自由經濟制度下，廠商基於自利，具有追求利潤極大化的動機。基於此，廠商生產的目的，係在既有技術條件下，達成利潤極大化的目標。而生產函數隱含的假設，即係生產技術維持不變的條件下，廠商係以最有效率的方式在生產。

生產函數中，如其他均不變，某投入要素用量與產品生產量的關係則稱為生產曲線。現選擇投入要素為勞務(L)來說明幾個與生產曲線有關的名詞：

- (1) 總生產曲線：勞務用量  $L$  與總生產量的關係： $TP_L$ ；
- (2) 邊際生產曲線：勞務增加一單位，總生產的增量，即  $MP_L = \Delta T / \Delta L$  (或  $\partial T / \partial L$ )；
- (3) 平均生產曲線：每單位勞務的產量： $AP_L = T / L$ 。

由生產函數可導出幾個有趣的特性，以下分別說明之。

### 1. 等產量線

等產量線(isoquants)係指對任何生產函數言，某產量  $T$  不變下的所有  $K, L$  組合，可表現投入要素間相互替代的可能性，如圖 4.1.1 所示，圖中三條曲線右側的數字代表該曲線的產量，而產量 100 曲線上有 A, B, C, D 四種生產組合。

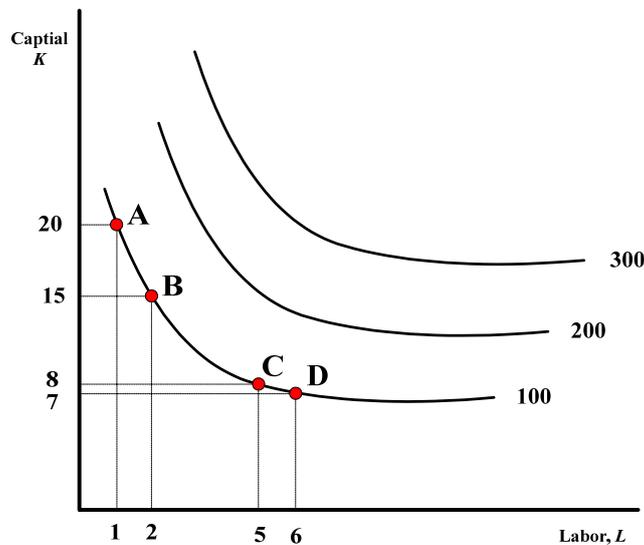


圖 4.1.1 等產量線示意圖

### 2. 邊際技術替代率

邊際技術替代率(marginal rate of technical substitution,  $MRTS$ )公式為  $MRTS = -\Delta K / \Delta L$ ，係指已知生產技術下，產出特定產量(不變)，廠商能有效地以  $L$  替換  $K$  的比率。已知產量  $T$  的總變量為  $\Delta T = MP_L \Delta L + MP_K \Delta K$  (或寫成偏微分式  $dT = \partial T / \partial L \cdot dL + \partial T / \partial K \cdot dK$ )，令產量不變，即  $\Delta T = 0$ ，可得：

$$-\frac{\Delta K}{\Delta L} = \frac{MP_L}{MP_K} \quad (\Delta T=0 = MP_L\Delta L + MP_K\Delta K) \quad (4-1-2)$$

由上示等式的右側知， $MRTS$  可寫成投入要素邊際產量的比；由等式左側知， $MRTS$  亦為產量不變下  $K$  可被  $L$  替換的比率，係  $L$  多用一單位可使  $K$  減少的量(偏微分式為  $-\partial K/\partial L$ )，即為圖 4.1.1 等產量線(isoquants)上某點切線的斜率。

將  $MRTS$  取絕對值  $|MRTS|$ ，如  $|MRTS|$  在沿曲線向下移動時係遞減，即表等產量線會凸向原點，亦表示投入要素間的技术替代率會下降。例如圖 4.1.1 中， $A$  至  $B$  點的  $MRTS=5$ ，而  $C$  至  $D$  點的  $MRTS=1$ ，表當勞工人數很少時，增加 1 人，可替換很多資本；當勞工很多時，增加 1 人能替換的資本就有限。由此知，等產量線凸向原點反映的是「物以稀為貴」的合理現象。

### 3. 替代彈性

$MRTS$  與要素的單位有關，例如  $L$  單位如為 1 人， $K$  單位如為 1 萬元，則  $MRTS=5$  表 1 單位勞務可替換 5 萬元資本，但如  $L$  單位不變， $K$  單位改為 1 百萬元，則  $MRTS=1$  表 1 單位勞務可替換 1 百萬元資本。

替代彈性(elasticity of substitution)  $\sigma_{KL}$  則係無單位的指標，可避免單位不同的困擾。其公式為：

$$\sigma_{KL} = \frac{\% \Delta(K/L)}{\% \Delta MRTS} \quad (4-1-3)$$

上式的意義係  $MRTS$  增加 1%， $K/L$  這個比率增加的百分比。值得說明者，等產量線上不同點各有不同的  $K/L$  比， $\sigma_{KL}$  可反映與  $MRTS$  變化有關的  $K/L$  變化。

替代彈性反映使用投入要素的彈性，例如是否多買些機器(投入資本)，就可以少用人(替換掉勞務)。低替代彈性表  $MRTS$  (分母)大幅變化， $K/L$  (分子)幾不變；高替代彈性表  $MRTS$  些微變化， $K/L$  即大變，如圖 4.1.2 所示。

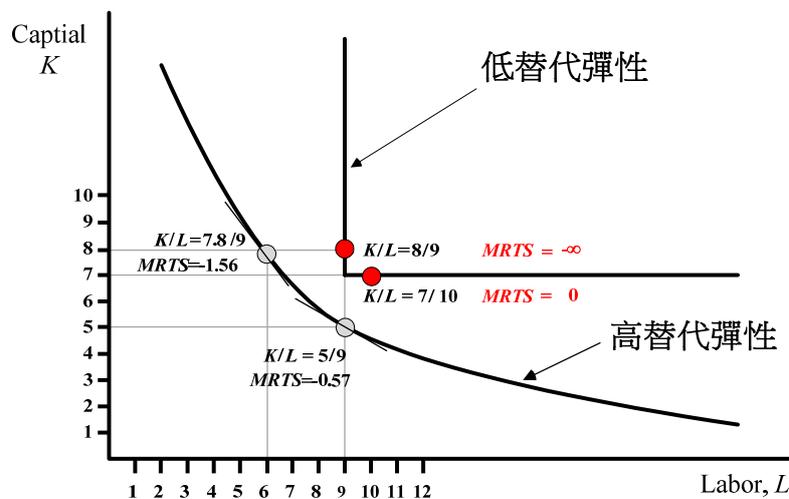


圖 4.1.2 替代彈性示意圖

#### 4. 規模報酬

規模報酬(return to scale)係廠商是否有效率生產的重要指標。如將投入要素量等比例增加，產量亦以同一比例增加者稱為等規模報酬，產量增加的比例較大(小)者稱為遞增(減)規模報酬。一般言，生產規模小的廠商會呈現遞增規模報酬，生產規模大的會呈現遞減規模報酬。

等生產線上每一點的投入要素組合  $K/L$  比均不同，在估算規模報酬時需要在不同等生產線間找到  $K/L$  比相同的點。而鎖定一  $K/L$  比的最簡單的作法，係由原點劃幅射線交於等生產線上的該點，沿該幅射線， $K$ 、 $L$  就會等比例增加。令  $z$  表正常數( $z>0$ )， $X$  表投入要素用量的組合，則投入要素量等比例增加( $zX$ )，其產量的變化有以下的可能：

- (1) 等規模報酬(constant return to scale)： $F(zX) = zF(X)$ ；
- (2) 遞增規模報酬(increasing return to scale)： $F(zX) > zF(X)$ ；
- (3) 遞減規模報酬(decreasing return to scale)： $F(zX) < zF(X)$ 。

規模報酬另可依理論導得下式來決定：

$$S_R = MP_L/AP_L + MP_K/AP_K \quad (4-1-4a)$$

$$= E_{T,L} + E_{T,K} \quad (4-1-4b)$$

其中， $S_R$  為規模報酬係數。 $S_R=1$  表等規模報酬； $S_R>1$  表遞增規模報酬； $S_R<1$  表遞減規模報酬。材。 $E_{T,L}$ 、 $E_{T,K}$  分表產量的勞務量與資本量彈性( $L$ 、 $K$  每增加 1%，產量增加的百分比值)。由式(4-1-4b)知，生產的規模報酬亦等於產量的投入要素量彈性之和。舉例言，如  $L$ 、 $K$  各增加 1%，產量可分別增加 0.6%與 0.7%，則  $L$ 、 $K$  同時各增加 1%，其產量共增加 1.3%，可得  $S_R=1.3$ ，即為遞增規模報酬。

#### 4.1.2 長期成本函數

由等產量曲線知，相同產量可有不同投入組合，因為產量相同，廠商生產要決定的是那種投入要素組合最經濟，此時就需考慮投入要素間的相對成本。

令  $w$ 、 $r$  為勞務( $L$ )與資本( $K$ )的價格，則廠商生產的總成本為：

$$C = wL + rK \quad (4-1-5)$$

對長期經營的狀態言，廠商投入的各項成本均為機會成本，而所謂機會成本係指行動不發生時，可避免的成本。以週薪僱用人員為例，如分析期程為 1 天，則勞務不是機會成本(係固定成本)，如分析期程為 1 週以上，則勞務是機會成本。

總成本係廠商使用  $L$ 、 $K$  下的成本加總。現將總成本置於( $L$ 、 $K$ )座標系上，寫成  $K=f(L)$  型的等總成本線，如圖 4.1.3 所示。圖中 A 點的總成本( $K=C_A/r-w/r \cdot L$ )

大於 B 點，但二者的產量相等。由圖 4.1.3 知，固定產量  $T$ ，最小成本的投入組合等於等成本線切於等產量曲線之切點對應的組合  $(L^*, K^*)$ ，在該點：

$$MRTS(-\Delta K/\Delta L) = MP_L/MP_K = w/r \quad (4-1-6)$$

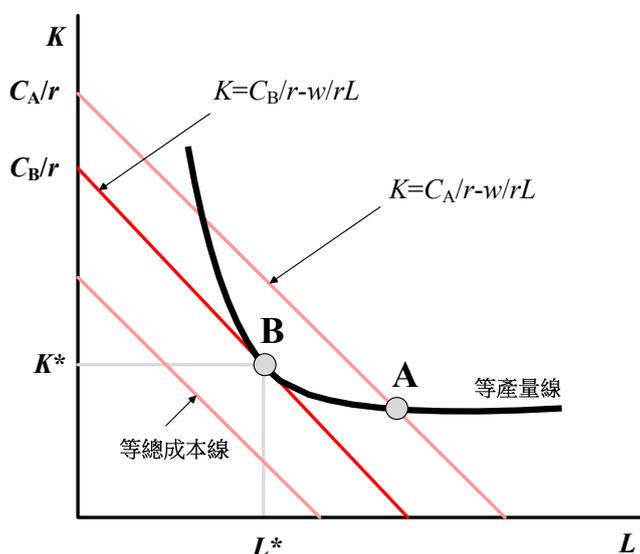


圖 4.1.3 最小成本的投入要素組合示意圖

讀到這裡似否有似曾相識之感，事實上，以定義及公式組成觀之，等產量線的  $MRTS$  可完全類比效用無異曲線的  $MRS$ ；要素間的替代彈性  $\sigma_{KL}$  可完全類比需求的價格彈性  $|E_{T,p}|$ ；最小成本的投入要素組合係總成本線切於等產量線，可完全類比最大效用的消費組合係預算限制線切於效用無異曲線。

一個追求最大利潤的廠商，其生產的總成本必為所有生產組合中成本最小者，令投入要素用量的組合為最經濟的組合，則隱含最小值意涵的總成本可寫成：

$$C = wL + rK = wl(T; w, r, \gamma) + rk(T; w, r, \gamma) \quad (4-1-7a)$$

其中：

- $C$  = 總成本，係既有條件下，生產某產量  $T$  的最小成本；
- $\gamma$  = 反映既有技術條件的參數；
- $l(T; w, r, \gamma)$ ， $k(T; w, r, \gamma)$  = 投入要素  $L, K$  的需求函數。

因為最佳的要素投入量是等成本線切於等生產曲線之切點對應的要素用量組合，因此，必與各投入要素的價格有關。而既有狀況改變，如  $w, r, \gamma$  改變，均會影響  $C$ ，換言之，總成本是產量、各投入要素價格、技術的函數，可寫成：

$$C = C(T; w, r, \gamma) \quad (4-1-7b)$$

讀到這裡，就可以瞭解一個符合廠商行為的成本函數組成的內涵。成本函數的應變數是生產某產品的總成本， $C$ ，解釋變數則至少應包含各投入要素的價格，當然亦可包含一般與生產技術有關的變數。

由成本函數亦可導出幾個有趣的特性，以下分別說明之。

### 1. 邊際成本與平均成本

邊際成本(marginal cost,  $MC$ )與平均成本(average cost,  $AC$ )亦均為產量、各投入要素價格、生產技術的函數，其公式為：

$$MC = \Delta C(T; w, r, \gamma) / \Delta T \quad (4-1-8a)$$

$$AC = C(T; w, r, \gamma) / T \quad (4-1-8b)$$

如以產量為橫軸，費用為縱軸，可繪製邊際成本與平均成本曲線如圖 4.1.4 所示。由圖知，平均成本曲線向下段，每增加一單位產量的額外成本要比原來的平均成本低，因而  $MC$  線必在  $AC$  線之下；反之，平均成本曲線向上段， $MC$  線必在  $AC$  線之上。綜合此二個必然，如平均成本係一下凹的曲線，亦即其值係隨產量先向下後向上，則邊際成本曲線必與平均成本曲線相交，且必交於平均成本曲線最小值處。

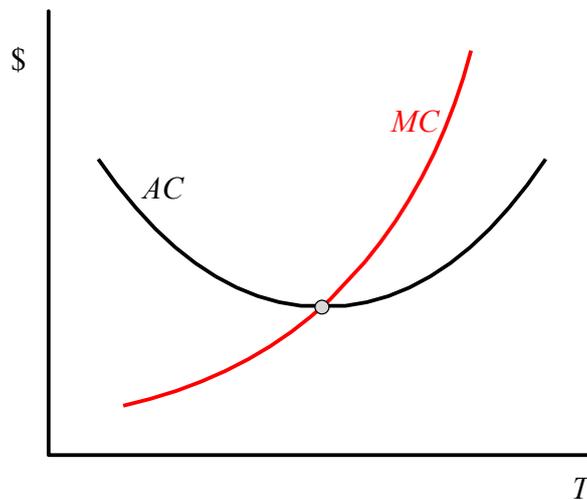


圖 4.1.4 邊際成本與平均成本關係圖

### 2. 最經濟投入組合的特性

由式(4-1-6)知，生產  $T$  產量最經濟的投入組合必是  $MRTS = w/r = MP_L / MP_K$ 。可整理得下式：

$$\frac{w}{MP_L} = \frac{r}{MP_K} \quad (4-1-9a)$$

因  $MP_L = \Delta T / \Delta L$ ，故  $w / MP_L = w \times \Delta L / \Delta T$ ，而  $w \Delta L / \Delta T = \Delta(wL) / \Delta T$  就是邊際勞務成本，同理， $r / MP_K = r \times \Delta K / \Delta T$ ，就是邊際資本成本，二者都是多增加一單位產量的邊際要素成本。由此知，最經濟的投入要素組合，係發生在增加一單位產量需投入的勞務成本增量等於資本成本增量時。因為以單獨增加  $L$  或  $K$  來增加一單位產量，其成本亦為邊際成本，故二者隱含：

$$MC_L = \frac{w}{MP_L} = \frac{r}{MP_K} = MC_K = MC \quad (4-1-9b)$$

即當達最佳狀態(生產與成本平衡)時，所有投入要素的邊際成本均相等，即增加一單位產量的邊際勞務成本=邊際資本成本=邊際總成本，這樣的投入要素用量組合，才是最佳組合。

### 3. 生產的規模報酬 v.s. 成本的規模經濟

規模報酬的評估亦可由成本函數獲得，而藉由成本函數評估者，一般稱為規模經濟(economies of scale)。由式(4-1-4a)可進一步推導得下式：

$$\begin{aligned} S_R &= MP_L / AP_L + MP_K / AP_K \\ &= \frac{MP_L}{AP_L} \times \frac{w}{w} + \frac{MP_K}{AP_K} \times \frac{r}{r} = \frac{MP_L}{w} \times \frac{wL}{T} + \frac{MP_K}{r} \times \frac{rK}{T} \quad \left( \because \frac{MP_L}{w} = \frac{MP_K}{r} = \frac{1}{MC} \right) \\ &= \frac{1}{MC} \left[ \frac{wL + rK}{T} \right] = \frac{AC}{MC} = \frac{\frac{C}{T}}{\frac{\partial C}{\partial T}} = \frac{T}{C} = \frac{1}{E_{C,T}} \end{aligned} \quad (4-1-10)$$

其中， $E_{C,T}$  = 總成本的產量彈性，即產量增加 1%，總成本增加的  $n\%$ 。

由上式知， $S_R = 1 / E_{C,T}$ ，即規模報酬指標等於總成本產量彈性的倒數，例如產量增加 1%，總成本增加 0.8%，即  $E_{C,T} = 0.8$ ，可得  $S_R > 1$ ，即為遞增規模報酬。

由以上的分析知，所謂規模報酬，指投入與產量間的關係，係反映為增加產量，投入要素需增加多少的用量，可藉生產函數來分析；所謂規模經濟，則係指成本與產量間的關係，係反映為增加產量，需增加多少成本的投入，可藉成本函數來分析。而最簡易也最能清楚表現廠商生產是處於何種規模報酬狀態的是  $S_R = AC / MC$  的關係，如圖 4.1.5 所示。

由圖知：

- (1)  $MC$  線在  $AC$  線之下： $S_R > 1$ ：規模報酬遞增(有規模經濟)；
- (2)  $MC$  線在  $AC$  線之上： $S_R < 1$ ：規模報酬遞減(規模不經濟)；
- (3)  $MC$  線在  $AC$  線相交： $S_R = 1$ ：等規模報酬 (最適規模)。

規模經濟(成本面)即規模報酬(產量面)，與總成本的產量彈性成反比 ( $S_R = 1 / E_{C,T}$ )，此清楚說明，藉由成本分析亦能知道生產的特性。

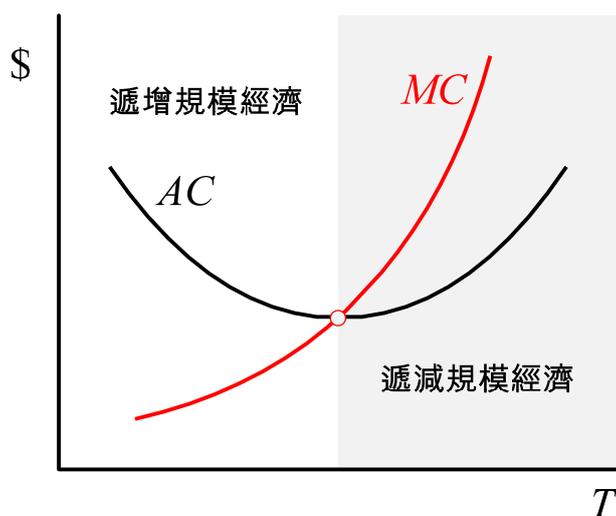


圖 4.1.5 成本與規模報酬關係圖

綜合言，規模經濟最簡單的數學判定指標是  $1/E_{C,T}$ ；最簡單的圖形判定指標是  $AC/MC$ ，其關係綜整如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 規模報酬的不同表示方式對照表

規模報酬(經濟)	$S_R$ 值	$E_{C,T}$ 值	$AC/MC$
遞增	$>1$	$<1$	$>1$
等	$=1$	$=1$	$=1$
遞減	$<1$	$>1$	$<1$

除了規模報酬與規模經濟(與路網結構、資本均無關)這二種屬長期概念者外，運輸系統關於規模常用的量度尚有(Berechmann,1993)：

- (1) 資本利用經濟(economics of capital stock utilization)  
運輸產出與路網結構無關，與資本有關，而資本如係固定(如航空業購置飛機)，即屬短期的概念。其量度的是資本利用的報酬(不動的，用盡其利)；
- (2) 交通密度經濟(economics of traffic density)  
運輸產出與路網結構有關(如捷運)，所有投入要素均變，只有路網固定，亦屬短期的概念。其量度的是路網利用的報酬。

#### 4. 投入要素需求-Shephard's Lemma

由前示各節的分析知，總成本是生產  $T$ ，投入要素最經濟組合下的總支出。本節要說明的是，生產  $T$ ，投入要素的最佳用量亦可由成本函數獲得。下式即著名的 Shephard's Lemma，即總成本對投入要素價格偏微分，可導得投入要素最佳需求量：

$$l(T; w, r, \gamma) = \frac{\partial C(T; w, r, \gamma)}{\partial w} \quad (4-1-11a)$$

$$k(T; w, r, \gamma) = \frac{\partial C(T; w, r, \gamma)}{\partial r} \quad (4-1-11b)$$

由上式知，在產出水準為  $T$  的條件下，投入要素的條件最佳需求量，等於投入要素價格增加 1 單位的總成本增量。

從另一個角度來解釋可能更清楚。因最小總成本只發生在投入要素最佳利用的狀況，當投入要素價格增加，其成本增量必由最佳投入量產生，即  $\Delta C = \Delta w \times l$ ，故  $\Delta C / \Delta w = l$  (原投入量)；此外，數學上， $C = wl + rk$ ，由此亦可得知， $l$  是對  $w$  偏微分的結果。

#### 5. 投入要素的成本分攤比(cost shares)

不同產業各投入要素成本占總成本的比例各異，係研究產業特性的重要分析項目。本節要說明的是，各投入要素成本占總成本的比例亦可由成本函數獲得。現來計算總成本的投入要素價格彈性：

$$E_{C,w} = \frac{\partial L_n C}{\partial L_n w} = \frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta w}{w}} = \frac{w}{C} \frac{\Delta C}{\Delta w} = \frac{w \times l}{C} = \frac{C_L}{C} \quad (4-1-12)$$

上式的推導中， $\Delta C / \Delta w$  簡化成 1，即引用(4-1-11)式 Shephard's Lemma。而由上式知，總成本的投入要素價格彈性，亦為各投入要素占總成本的比例。

由以上的分析可發現，總成本的各项彈性，可導出許多重要的廠商生產的經濟特性，包括總成本的產量彈性可用以評估規模經濟( $E_{C,T} = 1/S_R$ )；總成本的投入要素價格彈性可用以掌握投入要素成本分攤比例( $E_{C,w} = C_L/C$ )。此亦衍生出成本函數型式選擇的議題：總成本是產量與要素價格的函數，即  $C = C(T; w, r, \gamma)$ ，如成本函數直接以對數型式構建，分析上，尤其是彈性的評估( $E_{C,w} = L_n C / L_n w$ )，將有許多方便。

## 6. 替代彈性與長期成本

由等產量曲線可瞭解投入要素的替代性。例如等產量曲線平緩表投入要素間容易替換；等產量曲線尖銳表投入要素間不易替換。本節要說明的是，投入要素間的替代彈性亦可由成本函數獲得。

替代彈性公式為  $\sigma_{KL} = \frac{\% \Delta(K/L)}{\% \Delta MRTS}$ ，因達平衡時， $MRTS = w/r$ ，因此替代彈性公式可改寫成：

$$\sigma_{KL} = \frac{\% \Delta(K/L)}{\% \Delta(w/r)} \quad (4-1-13)$$

其中， $K, L$  可由上一單元的 Shephard's Lemma，由成本函數求得，而  $w, r$  一般係成本函數的組成變數(已知項)。由此知，投入要素的替代性由成本函數即能獲得，不必透過生產函數，而且更為簡單。

### 4.1.3 長期市場供給

廠商在長期經營的狀態下，其長期的利潤  $\pi_L$  可寫成：

$$\pi_L = P \cdot T - LTC \quad (4-1-14)$$

其中：

$P$  = 產品在市場的售價；

$T$  = 產品在市場的產量；

$LTC$  = 廠商的長期生產總成本。

現有兩個問題，其一係什麼情況下廠商不願長期經營而退出市場？其二係什麼誘因會促使廠商增加產量？

對於第一個問題，由於只要能回收所有機會成本，廠商就會繼續經營，因此只要  $P \cdot T - LTC \geq 0$ ，即  $P \geq LTC/T = LAC$  (長期平均成本)，廠商就會長期經營。反之，只要產品在市場的售價低於長期平均成本，廠商就會退出市場，不再經營。

對於第二個問題，由於如果增加產量可以增加利潤 ( $\Delta \pi_L / \Delta T > 0$ )，廠商就會繼續增加產量，因此只要  $\Delta \pi_L / \Delta T = P - \Delta LTC / \Delta T = P - LMC > 0$ ，即  $P > LMC$ ，廠商便會繼續增加產量，直到  $P = LMC$  才不再增產，此時的產量會使廠商長期經營的利潤最大。

由上述分析，可瞭解廠商的長期供給函數係以  $P = LMC \geq LAC$  為條件，如圖 4.1.6 所示。其公式為：

$$T^* = T^{Lr}(P; w, r, \gamma), \quad P = LMC \geq LAC \quad (4-1-15a)$$

$$= 0, \quad P < LAC \quad (4-1-15b)$$

由圖 4.1.6 知，當  $P < LAC$ ，廠商無法回收機會成本，會退出市場。當  $P > LMC$ ，因有利可圖，因此廠商會增產，直到  $LMC=P$ ，才會停止增產。

由以上討論綜合知，廠商的長期供給函數係從  $LMC$  與  $LAC$  的交點起的  $LMC$  曲線向上部分。

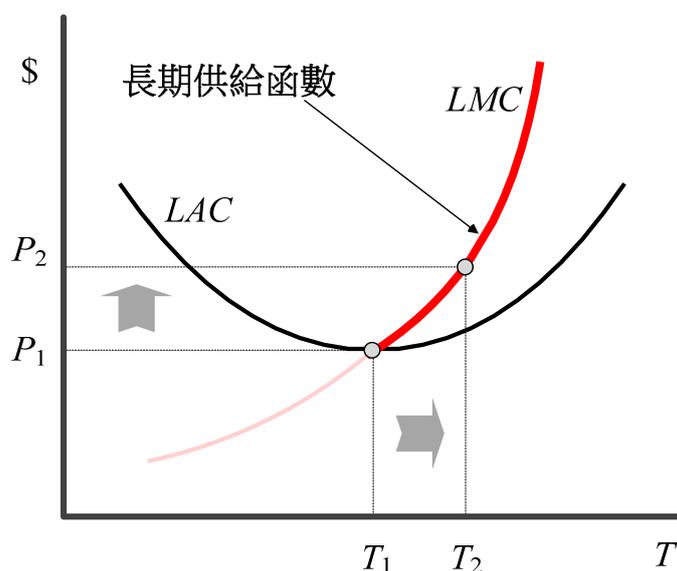


圖 4.1.6 長期供給函數示意圖

圖 4.1.6 中，廠商原產量為  $T_1$ ，如果市場上產品的價格由  $P_1$  增至  $P_2$ ，因再增產，總利潤會增加，因此廠商會一直增產至  $LMC=P_2$  才會停止，其最佳產量為  $T_2$ 。

掌握個別廠商可能的生產行為後，現可以分析整個市場的供給情形。

### 1. 長期市場供給函數

長期的市場供給係加總市場內所有廠商的供給。而由個別廠商的邊際成本一般會向上斜知，市場供給曲線一般亦會隨市場供給量而向上斜。

### 2. 長期市場供給變化

供給曲線  $S=f(P)$ ，係其他不變，只考慮售價與產量的關係。沿供給曲線，可反映當售價改變時，供給量的變化。但如係售價以外的其他因素改變，則會使供給曲線平移，例如勞務價格降低，會使整條供給曲線向下平移，如圖 4.1.7 所示。簡言之，因售價引起的變動稱為供給量的變動，由售價以外因素引起的變動稱為供給的變動。

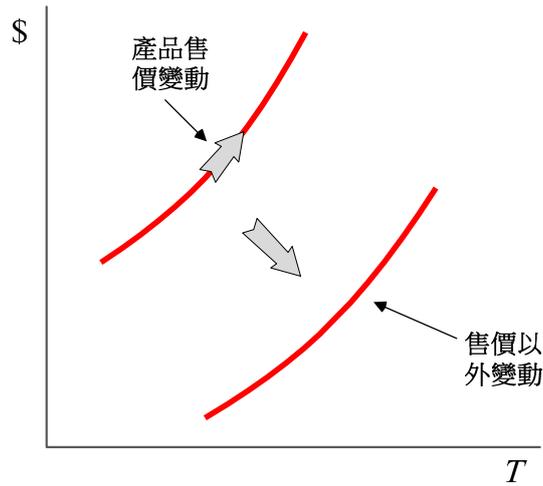


圖 4.1.7 長期供給變化示意圖

長期市場供給的變化及其成因，綜整如表 4-1-2 所示。

表 4-1-2 長期市場供給的變化及其成因

市場供給增加	市場供給減少
廠商家數增加	廠商家數減少
投入要素價格降低	投入要素價格提高
生產補貼增加	生產補貼減少
生產稅費減少	生產稅費增加
技術改良	--

## 4.2 短期經營

本節討論提供運輸供給的廠商在短期經營狀態下的生產行為。

### 4.2.1 資本固定下生產

前節討論長期經營，在該狀態下所有投入要素均可變，本節討論的短期經營，係指某段時期內至少有一項投入要素固定不變。以下假設資本係短期固定的，而在只有二投入要素的假設下，廠商只能透過增減勞務使用量來改變生產水準。其短期生產函數可以下式表示：

$$T = f(\bar{K}, L; \gamma) \quad (4-2-1)$$

其中， $\bar{K}$  為短期的資本固定用量。

因為只有二投入要素，其中一項的使用量又固定，因此上式可視為係可變項--勞務的總生產函數，可據以導得平均與邊際生產函數。

值得說明者，因資本固定，只能透過勞務增加來增加生產，致不能等比例增加投入要素用量，故短期沒有所謂的規模報酬。增加勞務，起初邊際生產力會增加，但達一定水準後便降低，亦即短期方有的生產函數的特性，係報酬遞減法則 (law of diminishing returns)。

## 4.2.2 短期成本函數

由於資本固定，廠商的投入決策只與勞務有關，因此廠商的投入要素需求為：

$$K = \bar{K} \quad (4-2-2a)$$

$$L = l(T; w, r, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-2b)$$

代入成本公式，得短期總成本：

$$STC = wl(T; w, r, \gamma, \bar{K}) + r\bar{K} \quad (4-2-3a)$$

$$= STC(T; w, r, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-3b)$$

$$= STVC(T; w, \gamma, \bar{K}) + STFC \quad (4-2-3c)$$

其中， $STVC$ =短期變動成本； $STFC$ =短期固定成本。

與長期成本函數的組成比較，短期成本函數，除了產量( $T$ )、投入要素價格( $w, r$ )外，更特殊的是包含了固定成本的用量( $\bar{K}$ )，且如成本僅指變動成本  $STVC$ ，則其函數的組成就不能含固定投入要素的價格，只能含其使用量，如式(4-2-3c)的  $STVC$  組成變數中，投入要素類只有  $w$  (非固定投入要素價格)與  $\bar{K}$  (固定投入要素用量)。

建立成本函數最困擾學者的是，所建的到底是長期或短期成本函數。式(4-2-3c)可提供簡單的判定：如果成本函數的組成包含某要素的用量，就一定是短期成本函數，其應變數為變動成本；如果只有各要素的價格，就是長期成本函數，其應變數為總成本。此外，在短期成本函數中，同一種要素如果有用量就不能同時出現價格。

令  $STVC$  為短期變動成本， $STFC$  為短期固定成本。短期間，因投入要素價格不變，初期勞務量增加會增加生產量，但因資本用量固定，因此在到達一邊際報酬遞減點後，勞務量的增加並不會增加產量，其反映的短期總成本變化，即  $STVC$  初期以遞減率增加，後以遞增率增加，而  $STVC$  平行  $STC$ ，其平移量為  $STFC$ (短期固定成本)，如圖 4.2.1 所示。

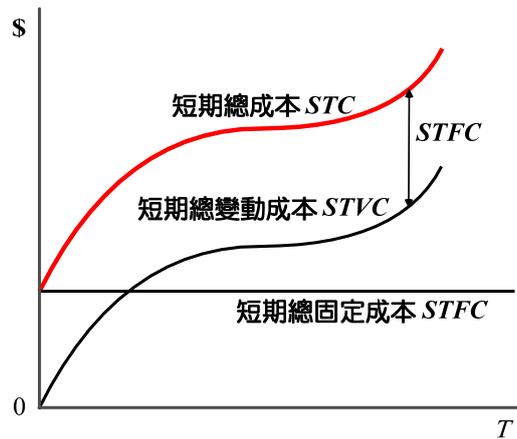


圖 4.2.1 短期總成本組成與變化示意圖

短期成本函數亦有幾個常用的統計定義，如圖 4.2.2 所示，以下分別說明之。

- (1) 平均固定成本(average fixed cost ;  $SAFC$ )：生產一單位產品平均投入的固定成本；
- (2) 平均變動成本(average variable cost ;  $SAVC$ )：生產一單位產品平均投入的變動成本；
- (3) 平均總成本(average total cost ;  $SATC$ )：生產一單位產品平均投入的總成本。為平均固定成本加平均變動成本；
- (4) 邊際成本(marginal cost ;  $SMC$ )：每多生產一單位產量所需增加的總成本，亦即產量增加一單位時所引起總成本的變化量。

由圖 4.2.2 知，短期平均總成本與短期平均變動成本的垂直距離隨產量的增加而逐漸縮小，原因係產量增加會使短期平均固定成本變小。此外，短期邊際成本會通過短期平均總成本與短期平均變動成本的最底點，理由與長期成本者同。

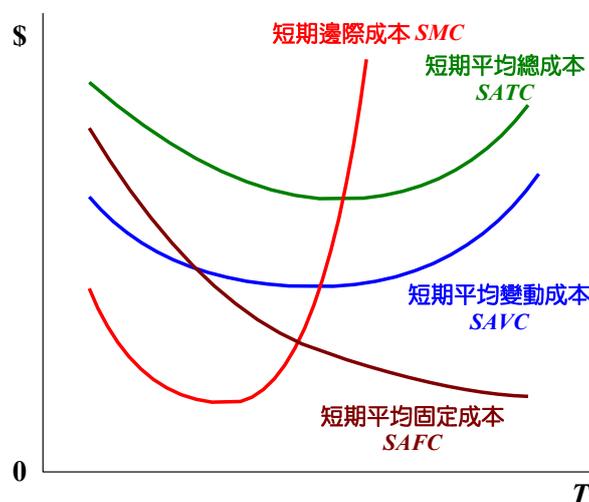


圖 4.2.2 短期各項成本關係圖

### 4.2.3 短期市場供給函數

假設廠商是在完全競爭的環境下生產，每家廠商相對於整體市場，規模均小，不足以影響商品售價。市場中的每個廠商均以追求最大利潤為目標來生產。則廠商的短期利潤函數 $\pi_s$ 為：

$$\pi_s = PT - STC(T; w, r, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-4a)$$

$$= PT - STVC(T; w, \gamma, \bar{K}) - STFC \quad (4-2-4b)$$

其中， $P$ 為商品的市場售價， $T$ 為產量， $STC$ 為短期總成本， $STVC$ 與 $STFC$ 分表短期變動成本與固定成本。

現在同樣有兩個問題，其一係什麼情況下廠商不願生產而短期內即退出市場？其二係什麼誘因會令廠商短期內願意增加產量？

對於第一個問題，如廠商不生產，成本為 $STFC$ ，其最糟的狀況是短期利潤為 $\pi_s = -STFC$ 。此時，只要生產的結果是 $\pi_s \geq -STFC$ ，廠商就會生產，即：

$$\pi_s = PT - STVC - STFC \geq -STFC \quad (4-2-5a)$$

可得：

$$PT \geq STVC \quad (4-2-5b)$$

上式左右各除以 $T$ ，可得：

$$P \geq \frac{STVC}{T} = SAVC(T; w, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-5c)$$

上式說明，只要產品售價大於平均變動成本，廠商的固定投資成本就能獲得部分抵補，短期內就會留在市場內繼續生產。

對於第二個問題，由於固定成本不受產量的影響，故廠商短期邊際成本等於短期變動成本的變化率。而因為廠商的生產量不影響市場售價，因此增加一單位額外銷售的邊際收入等於市場售價 $P$ ，綜合可得廠商的邊際利潤為：

$$\frac{\Delta \pi_s}{\Delta T} = P - \frac{\Delta STVC}{\Delta T} - \frac{\Delta STFC}{\Delta T} \quad (4-2-6a)$$

$$= P - SMC(T; w, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-6b)$$

廠商會持續增加一單位銷售的條件是邊際利潤大於零，即 $\Delta \pi_s / \Delta T \geq 0$ ，得：

$$P \geq SMC(T; w, \gamma, \bar{K}) \quad (4-2-6c)$$

亦即只要市場售價大於廠商生產的短期邊際成本，廠商就會增加產量，直到短期邊際成本等於售價才不再增產，此時廠商可獲得最大利潤，如圖 4.2.3 所示。

綜合言，短期邊際成本從下向上交於平均變動成本的最低點，只要售價 $P$ 大於短期平均變動成本，廠商短期間就會留在市場；只要售價 $P$ 大於短期邊際成

本，廠商就會繼續增產，其最大的短期利潤會發生在  $P = SMC(T; w, \gamma, \bar{K})$  時。

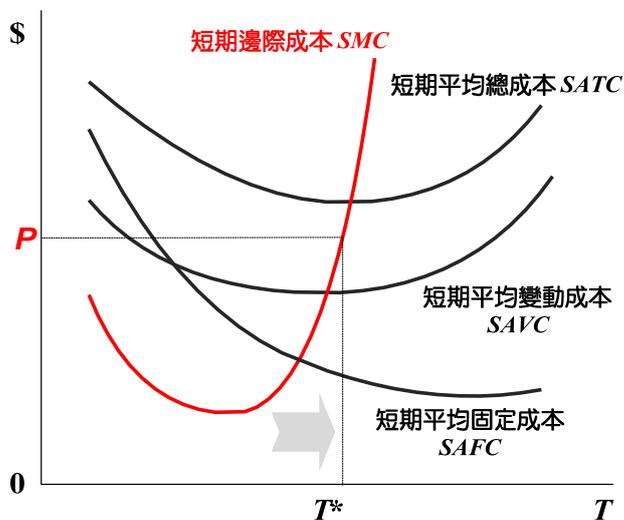


圖 4.2.3 廠商短期生產行為示意圖

由上述分析，可瞭解廠商的短期供給函數係以  $P = SMC \geq SAVC$  為條件，如圖 4.2.4 所示。其公式為：

$$T^* = T^{sr}(P; w, r, \gamma), \quad P = SMC \geq SAVC \quad (4-2-7a)$$

$$= 0, \quad P < SAVC \quad (4-2-7b)$$

當投入要素價格、技術及資本固定，廠商的短期供給曲線與其邊際成本曲線重疊。只要售價不低於平均變動成本，廠商就會生產。而由圖 4.2.4 知，短期供給曲線比長期供給曲線多了平均變動成本與平均總成本之間的一段。

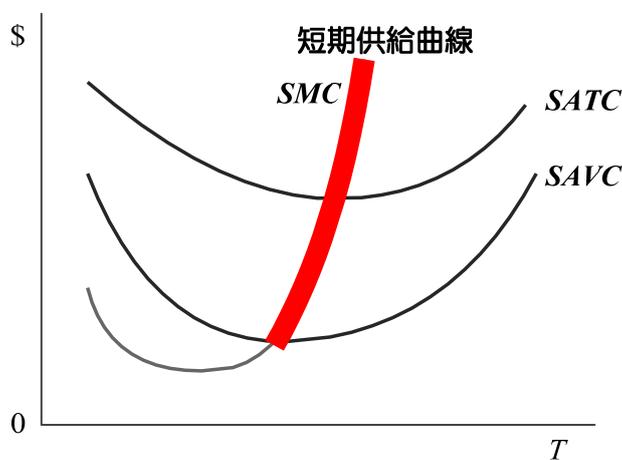


圖 4.2.4 廠商短期供給曲線示意圖

市場的供給曲線則為所有廠商的水平加總，產品售價提高，個別廠商均會增產，致市場供給會增加，即市場供給曲線係向上斜，即 $\Delta S/\Delta T > 0$ 。

在某時段內，賣家願意出售的數量和價格的關係，經濟學者稱之為供給曲線(supply curve)。一般兩者的關係是正向的，即是價格和數量同步上升，但也有例外，勞工是一個例子：如果工資調高，人們可能少做工，多享受。因此，經濟學有需求定律，但沒有供給定律。

--《經濟學入門》，自學書院中譯，2010年。

## 4.3 短期與長期成本的關係與範例

### 4.3.1 短期與長期成本的關係

如短期係資本固定，則長期成本曲線上每一點均對映一個已知資本下的最佳投入水準，並且是生產該特定產量下的最小可能成本。

因短期平均成本係條件於固定資本，故短期平均成本曲線會切於長期平均成本曲線。只有當某產出水準下的長期最佳資本量等於短期固定資本量，短期平均成本才會等於長期平均成本(相切)。其他狀況下，短期平均成本均大於長期平均成本，如圖 4.3.1 所示。

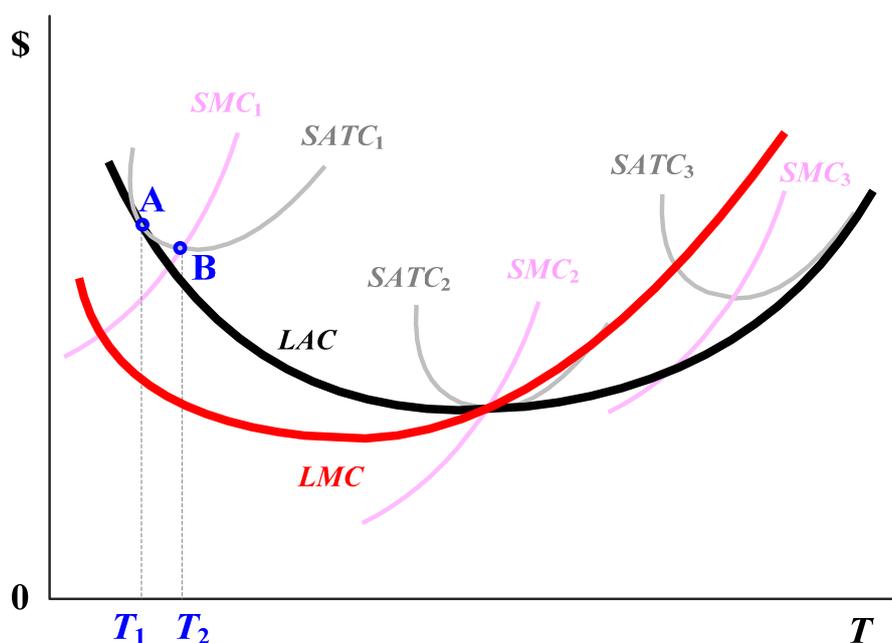


圖 4.3.1 廠商長短期供給曲線關係圖

圖 4.3.1 係假設短期固定成本項係連續型財，即長期經營時可微量增加其投入量。由圖 4.3.1 知，在  $LAC$  上，A 點的產量為  $T_1$ ，令其資本用量為  $F_1$ 。固定資本為  $F_1$  的短期平均總成本為  $SATC_1$ ，但只有產量亦為  $T_1$  時， $SATC_1$  才會與  $LAC$  相切。

值得注意者， $T_1$  並非固定資本為  $F_1$  時短期平均成本最小的產量，產量為  $T_2$  的 B 點才是短期平均成本最小的生產規模，惟該點的平均成本仍大於生產  $T_2$  的長期平均成本  $LAC$ 。一般言，在遞增規模報酬階段，增加資本用量通常可降低短期平均成本，因而  $LAC$  生產  $T_2$  時的最佳資本用量如假設為  $F_2$ ，則  $F_2 > F_1$ 。

## 4.3.2 短期與長期成本函數範例

本節以二個範例來說明短期與長期成本函數的構建，主要重點在於短期與長期成本函數在組成設定上的差異。

### 1. 範例一：長期成本函數

McMullen 與 Stanley(1988)校估美國整車貨運業(truckload, TL)的成本函數，Ying(1990)則校估零擔貨運業(less-than-truckload, LTL)的成本函數，該兩研究的成本函數均採 Translog 型式(有關成本函數的型式，詳第五章)。零擔貨運業一般會同時兼營整車貨運業務，其成本函數如式(4-3-1)所示；整車貨運業成本函數則是式(4-3-1)少了兩個變數--平均貨物尺寸(shipment size)與 LTL 營業量的占比。

$$\begin{aligned}
 L_n C(T; p, o) = & \alpha_0 + \alpha_1(L_n T - L_n \bar{T}) + \alpha_2(L_n p_l - L_n \bar{p}_l) & (4-3-1) \\
 & + \alpha_3(L_n p_k - L_n \bar{p}_k) + \alpha_4(L_n p_f - L_n \bar{p}_f) + \alpha_5(L_n p_{pt} - L_n \bar{p}_{pt}) \\
 & + \alpha_6(L_n o_{ald} - L_n \bar{o}_{ald}) + \alpha_7(L_n o_{alh} - L_n \bar{o}_{alh}) + \alpha_8(L_n o_{ins} - L_n \bar{o}_{ins}) \\
 & + \alpha_9(L_n o_{ass} - L_n \bar{o}_{ass}) + \alpha_{10}(L_n o_{lil} - L_n \bar{o}_{lil})
 \end{aligned}$$

其中：

- $C(T; p, o)$ ：總成本；
- $T$ ：產量，延噸英哩；
- $p$ ：各投入要素價格，\$千元；
- $o$ ：表現廠商與技術有關的操作特性差異；
- $p_l$ ：勞務價格；
- $p_k$ ：資本價格；
- $p_f$ ：燃料價格；
- $p_{pt}$ ：外購運輸價格(臨時外租單次貨運的價格)；
- $o_{ald}$ ：每輛車平均載重，延噸英哩/車英哩；
- $o_{alh}$ ：平均運送距離，延噸英哩/總噸數；
- $o_{ins}$ ：每延噸英哩保險成本，總保險支出/總延噸英哩；

$o_{ass}$  : 平均貨物尺寸，為運送貨品總重除以運送貨品數量；  
 $o_{ltl}$  : LTL 營業量占總營業量的比例；  
 $\bar{T}, \bar{p}, \bar{o}$  :  $T, p, o$  各變數的樣本平均值。

上述兩模式各參數係數符號的預期如下(McCarthy,2001)：

(1)  $\alpha_1=1$

對 Translog 成本函數言， $\alpha_1$  代表總成本的產出彈性(詳第五章)，可反映規模經濟的態樣，其虛無假設係貨物運送業為等規模經濟，即 $\alpha_1=1$  (對立假設是 $\alpha_1 \neq 1$ )。一般認為整車貨運業(TL)是等規模經濟產業，主要原因是業者多為一人一車型式，資本需求不高，加入與離開市場簡易；此外對於在某起迄間運送某特定貨品的狀況言，其運輸服務的內涵相當均質。由於此二條件符合完全競爭市場的要求(產品相同，進出市場容易)，因此該產業應接近等規模經濟；零擔貨運業(LTL)又稱為通用貨運業(general freight carriage)，運送的貨品量少、類多。通常貨品需集中(併貨)才能滿載，到達目的地之前還需拆貨，因此送貨方式常採軸輻(hub-spoke)系統，需在路網中設集散站，似應呈遞增規模經濟；

(2)  $\alpha_i > 0, i=2, \dots, 5; \sum_{i=2}^5 \alpha_i = 1$

投入要素價格上升，成本必增，故 $\alpha_2 \sim \alpha_5$  均大於 0。對 Translog 成本函數言， $\alpha_2 \sim \alpha_5$  代表各投入要素成本占總成本的比例(cost share, 詳第五章)，在其他因數固定下， $\alpha_2 \sim \alpha_5$  係數必介於 0~1 之間，且 $\alpha_2 \sim \alpha_5$  的總合等於 1 (合計占總成本 100%)；

(3)  $\alpha_6 < 0, \alpha_7 < 0, \alpha_8 > 0$

車輛平均載重與平均運送距離愈大，成本應愈低，故 $\alpha_6、\alpha_7 < 0$ ；保險成本則與總成本成正比，故 $\alpha_8 > 0$ ；

(4)  $\alpha_9 < 0, \alpha_{10} > 0$

平均每件貨品愈大(愈重)，中途拆併活動的需求愈少，成本愈少，故 $\alpha_9 < 0$ ；大部分 LTL 業同時兼營 TL，因此必須區別各家業者實際 LTL 占其總營業量的比重，而經營 LTL 比重愈大，其貨物的拆併活動愈多，成本愈高，故 $\alpha_{10} > 0$ 。

上述模式經調查取樣與參數校估，結果各參數係數與  $t$  檢定值如表 4-3-1 所示，茲先說明整車貨運業(TL)的經濟特性如下：

- (1)  $\alpha_1=0.721$ ，且  $t$  值=4.6，表 $\alpha_1$  顯著不為 0；係數值小於 1，表此產業係處於規模經濟遞增，即產出增加 1%，長期總成本僅增加 0.721%。此與先驗假設不符。欲檢定 $\alpha_1$  是否顯著不為 1，其  $t$  值須改成統計量 $(\alpha_1-1)/s_{\alpha}$ 。而原  $t$  值為  $t=\alpha_1/s_{\alpha}$ ，得  $s_{\alpha}=0.721/4.6=0.156$ ，代入 $(\alpha_1-1)/s_{\alpha}=(0.721-1)/0.156=-1.78$ ，

無法推翻等於 1 的假設(在 95%信賴水準下， $(\alpha_1-1)/s_{\alpha}$ 須小於-1.96 方能推翻虛無假設)。簡言之，雖然 $\alpha_1=0.721$ ，但統計上無法推翻此產業處於等規模經濟；

迴歸分析中的  $t$  檢定是用來檢定某變數係數是否在統計上顯著不為 0。上述的檢定很特殊，是想檢定變數係數為 0.721 在統計上是否顯著不為 1。另一個特殊之處是其所需的統計量 $(\alpha_1-1)/s_{\alpha}$ 中的  $s_{\alpha}$ 可由原  $t$  值估算。

- (2) 每一投入要素價格項係數均顯著不為零，且符號均正，符合假設： $\alpha_2 \sim \alpha_5$  皆在 0~1 之間，且 $\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4+\alpha_5=1$  ( $0.387+0.308+0.127+0.178=1$ )；
- (3) 每車平均載重( $\alpha_6$ )的係數為負，符合假設，其係數顯示，若每車平均載重增加 10%，則總成本會降低 6.74%；平均運送距離( $\alpha_7$ )的係數為負，每公噸英哩保險成本( $\alpha_8$ )的係數為正，均符合假設，惟均不顯著。其係數顯示，若平均運送距離增加 10%，總成本僅會降低 0.93%；每公噸英哩保險成本增加 10%，總成本僅會增加 0.76%。

表 4-3-1 美國貨運業成本函數校估結果

參變數名稱		TL 貨運業		LTL+TL 貨運業	
變數	參數	係數值	$t$ 值	係數值	$t$ 值
constant	$\alpha_0$	8.320	46.1	0.556	6.6
$T$	$\alpha_1$	0.721	4.6	1.025	25.6
$pl$	$\alpha_2$	0.387	9.8	0.624	-
$pk$	$\alpha_3$	0.308	12.5	0.244	34.9
$pf$	$\alpha_4$	0.127	6.7	0.040	21.3
$ppt$	$\alpha_5$	0.178	2.7	0.092	6.1
$oald$	$\alpha_6$	-0.674	-3.6	-0.282	-2.4
$oalh$	$\alpha_7$	-0.093	-0.77	-0.407	-5.8
$oins$	$\alpha_8$	0.076	0.35	0.121	1.7
$oass$	$\alpha_9$	--	--	-0.114	-1.3
$otl$	$\alpha_{10}$	--	--	0.254	2.1
$R^2$		0.99		0.95	

茲說明零擔貨運(LTL)業者的經濟特性，並與整車貨運業(TL)比較如下：

- (1)  $\alpha_1=1.025$ ，且  $t$  值=25.6，表 $\alpha_1$ 顯著不為 0。數值大於 1，表此產業係處於規模不經濟(報酬遞減)狀況，即產出增加 1%，長期總成本增加 1.025%。現以同樣方式檢定 $\alpha_1$ 是否顯著不為 1。經換算得  $s_{\alpha}=1.025/25.6=0.04$ ，代入 $(\alpha_1-1)/s_{\alpha}=(1.025-1)/0.04=0.624$ ，無法推翻等於 1 的假設。換言之，雖然 $\alpha_1=1.025$ ，但統計上無法推翻此產業處於最適規模(等規模報酬)。但明明

LTL 要設集散站，理當呈遞增規模報酬才對，為何有此矛盾?原因在於模式中加入 LTL 營業量占總營業量比例的變數。從表 4-3-1 知，LTL 營業量占比的係數為 0.254，表示每增加 10%的 LTL 貨運，總成本僅增加 2.5%，說明既有經濟路網規模下，零擔運送比例愈多，愈符經濟，亦即該變已反映 LTL 係規模報酬遞增的特性；

- (2) TL 業的勞務、資本、燃料占總成本的比例，各為 38.7%、30.8%、12.7%，外購運輸成本則占 17.8%；LTL(兼營 TL)勞務成本占總成本比例高達 62.4%，外購運輸成本則降為 9.2%，原因是 LTL 需要大量人力進行集散貨物，但自有運送能量較充裕，外購運輸的比例較少；
- (3) 各經營變數在質的比較上，LTL 在每輛車平均載重、平均運送距離增加時，成本亦降，每公噸英哩保險成本增加時，成本會增加，與 TL 同；在量的比較上，平均運送距離不影響 TL 的總成本(t 不顯著)，但會明顯影響 LTL (t 顯著)，增加 1%平均運送距離，總成本顯著降低 0.407%；
- (4) 對 LTL 而言，勞工扮演著重要的角色，因此勞務成本占總成本比率超過五成；LTL 與 TL 因作業方式的差異，使得技術需求方面會有顯著的不同。例如運送長度對 TL 沒太大影響，但對 LTL 會顯著降低成本。

## 2.範例二：短期成本函數

Viton(1981)以 Translog 短期成本函數，分析 1975 年美、加公車系統的短期產業特性，其定式如下：

$$L_n STVC(T; p, k) = \alpha_0 + \alpha_1(L_n T - L_n \bar{T}) + \alpha_2(L_n p_l - L_n \bar{p}_l) \quad (4-3-2)$$

$$+ \alpha_3(L_n p_f - L_n \bar{p}_f) + \alpha_4(L_n buses - L_n \overline{buses}) + \text{二階項與互動項}$$

其中：

- $T$  : 產量，百萬延車英哩；
- $p_l$  : 勞務價格；
- $p_f$  : 燃料價格；
- $buses$  : 公車車輛數，為固定投入要素。

式(4-3-2)的 $\alpha_2 = \partial L_n Y / \partial L_n p_l$ ， $\alpha_3 = \partial L_n Y / \partial L_n p_f$ ，均係投入要素價格對應變數  $Y$  (均為對數值) 的偏微分，分別代表  $Y$  的勞務價格與燃料價格彈性，亦為勞務與燃料成本占  $Y$  的比例； $\alpha_4 = \partial L_n Y / \partial L_n buses$ ，代表的卻是  $Y$  的公車數量(不是價格)彈性，並不是公車的資本成本占  $Y$  的比例。由此知，式(4-3-2)中等式左側的  $Y$ ，不是總成本，而是扣除了固定成本(公車購置成本)後的總變動成本。這是短期成本函數的組成中，須特別注意的地方。

上述模式各參數係數符號的預期如下(McCarthy,2001)：

(1)  $\alpha_1 < 1$

都市大眾運輸系統對資本財的運用(capital stock utilization)係預期會呈遞增報酬(increasing return)的狀態經營(Viton(1981)稱為有密度經濟 Economics of density)，故 $\alpha_1 < 1$ ；

(2)  $\alpha_2 > 0, \alpha_3 > 0$ ，且 $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$

投入要素價格上升，成本必增，故 $\alpha_2、\alpha_3$ 均大於0。對 Translog 成本函數言， $\alpha_2、\alpha_3$ 代表各投入要素成本占總成本的比例(cost share)，故其他因數固定下， $\alpha_2、\alpha_3$ 係數必介於0~1之間，且 $\alpha_2 + \alpha_3$ 等於1。由此知，成本函數中，短期成本只含變動成本，即總成本已扣除固定投入要素的成本，其餘非固定投入要素成本組成總變動成本，因而占量和為100%；

(3)  $\alpha_4 < 0$

固定投入要素增加一單位，對短期成本會有兩種效果：短期固定成本增加(一單位)，與短期總變動成本降低。而只要變動成本的減少大於固定成本的增加，廠商就會一直增加資本的投入。當變動成本的減少等於固定成本的增加時，廠商即處於最佳的資本購置，此時短期成本會切於長期成本，亦即短期變動成本的節省=資本的機會成本，公式可寫成：

$$-\frac{\Delta STVC}{\Delta K} = r \quad (4-3-3)$$

上式中的負號係將短期成本的減少轉成正值。基於以上分析，業者增加公車數，在未達最佳資本購置量前，應會降低其短期變動成本，即 $\alpha_4 < 0$ 。

上述成本函數經調查取樣與參數校估，結果各參數係數與  $t$  值如表 4-3-2 所示，茲說明如下：

- (1)  $\alpha_1 = 0.561$ ，表其他因素不變，增加1%的產出，短期變動成本僅增加0.56%，亦即廠商有很強的固定資本財利用經濟(economics of capital stock utilization)。 $\alpha_1 = 0.561$  雖顯著不為0，但是否顯著不為1? 經換算得 $(\alpha_1 - 1)/s_{\alpha} = -2.8$ ，亦推定顯著不為1，亦即確係處於短期固定資本財利用遞增的狀況；
- (2)  $\alpha_2 + \alpha_3 = 1$ ，符合預期，而其勞務成本占總變動成本的比例高達77.7%，可充分展現此一產業勞力密集的特性；
- (3) 第3個假設係以樣本平均言，在其他均不變下，增加資本投入，可節省短期變動成本，亦即 $\alpha_4$ 應為負值，但校估結果 $\alpha_4 = 0.566$ ，為正，不符此一假設，合理的原因是：公車系統是在可觀的容量過剩下營運。

表 4-3-2 美國公車業短期成本函數校估結果

變數	參數	係數值	<i>t</i> 值
constant	$\alpha_0$	2.630	9.8
<i>T</i>	$\alpha_1$	0.561	3.6
<i>pl</i>	$\alpha_2$	0.777	18.4
<i>pf</i>	$\alpha_3$	0.223	18.4
<i>buses</i>	$\alpha_4$	0.566	3.7
$R^2 = 0.99$			

以上的分析中， $\alpha_1=0.561$ ，代表應增加產出以多利用既有的公車車隊，而 $\alpha_4=0.566$ ，代表再多購置公車，變動成本反而增加，亦即既有公車的數量已過多，即係處於超過最適規模，而呈規模報酬遞減的狀況。由以上分析知，長期成本函數可以由總成本的產量彈性( $\alpha_1$ )來判定是否在最適規模下經營；短期成本函數則需要由總變動成本的固定要素量彈性( $\alpha_4$ )來間接判定。

### 3.長、短期成本函數的組成差異

一般以成本函數來分析產業特性時，研究者對所建的成本函數到底是屬於長期抑或短期常有困惑。由上二範例可清楚瞭解，長、短期成本函數的組成有下列差異可資判定：

- (1) 應變數：長期成本函數的成本總和，係加總所有投入要素成本的總成本。短期成本函數的成本總和則僅為短期總變動成本，係短期總成本扣除固定投入要素成本的值；
- (2) 解釋變數：除產出量(*T*)及經營技術有關的變數外，長期成本函數會包含所有投入要素的價格；短期成本函數的組成，在投入要素變數中，至少會有一項為固定投入要素，且係以投入量為變數，其餘非固定投入要素同樣以其價格為變數。此外，如均以 Translog 型式來構建成本函數，則長期成本函數中與投入要素價格有關的參數係數，其和須為 1，表投入要素成本加總等於總成本；短期成本函數中，非固定投入要素價格有關的參數係數，其和亦須為 1，表非固定投入要素成本的加總等於短期總變動成本；
- (3) 產出項參數係數：以 Translog 型式來構建成本函數，則產量(*T*)的參數係數值，對長期成本函數言，可反映總成本的產出量彈性，其倒數即為規模報酬指標，亦即可透過校估，瞭解產業生產的規模態樣；對短期成本函數言，因短期至少有一項投入要素量固定，因此沒有規模報酬量度的問題，產出項參數係數反映的是固定投入要素的運用狀態。

## 4.4 本章小結

### 1. 生產函數

給定生產技術下，廠商的生產函數係反映各已知投入要素組合與該組合最大產出量間的關係。如所有投入要素量均可變，則廠商處於長期經營；如有投入要素的用量固定，則廠商處於短期經營。

### 2. 替代彈性

係反映在生產相同產品與產量下，兩投入要素間的可替代性，例如是否多買些機器(投入資本)，就可以少用人(替換掉勞務)。

### 3. 最小成本

廠商如將各投入要素量定在邊際替代率等於投入要素價格比時，即係以最小成本在生產。廠商的總成本函數係反映生產給定產量與生產該產量最小成本間的關係。

### 4. 成本函數

可藉成本函數獲得與產業特性有關的所有資訊。例如總成本彈性的倒數可量測廠商的經濟規模；藉 Shephard's Lemma，可得各投入要素成本占總成本的比例(cost shares)。此外，長期成本函數亦提供投入要素間替代性的完整資訊。

### 5. 經營規模

當投入要素等比例增加，產出會等(大於，小於)比例增加，稱廠商處於等(遞增，遞減)規模報酬。

長期成本函數亦提供規模報酬完整的資訊，即規模經濟的量度。短期因某投入要素量固定，增加生產係透過其他要素的增加來達成，故不能等比例增加投入要素，因而無短期規模報酬(或規模經濟)，廠商短期只可能處於交通密度經濟與資本利用經濟。

廠商最有效率生產的規模，係位於平均成本曲線的最低處，於該處，廠商係處於最適規模(等規模報酬)。

### 6. 長期經營行為

只要  $P \geq LAC$  (長期平均成本)，廠商就會長期經營，反之，廠商就會退出市場，不再經營；只要  $P > LMC$  (長期邊際成本)，廠商便會繼續增加產量，直到  $P = LMC$  才不再增產，此時的產量會使長期的利潤最大。綜合言，廠商的供給函數係從長期邊際成本  $LMC$  與長期平均成本  $LAC$  的交點起的  $LMC$  曲線向上部分。

## 7.短期經營行為

只要  $P \geq SAVC$  (短期平均變動成本)，廠商的固定成本就能獲得部分抵補，短期間就會留在市場內繼續生產；只要售價  $P > SMC$  (短期邊際成本)，廠商就會增加產量，直到短期邊際成本等於售價才不再增產，此時廠商可獲得短期最大利潤。

長、短期的供給曲線，差別只在短期供給比長期供給多了平均變動成本與平均總成本之間的一段。那一段只會短期存在，當時間持續下去，廠商長期經營下無法回收所有成本，仍會退出市場。



# 第五章 運輸供給--廠商行為分析法

前章以個體經濟學的廠商理論說明運輸供給面的特性，本章進一步以數學分析之。首先說明成本面或生產面兩種分析法的優劣；其次說明什麼是好的成本函數，以及各種成本函數的定式；最後以一範例，說明 Translog 成本函數的校估與各項廠商生產特性的分析。

## 5.1 兩種分析法--成本或生產

前章說明，描述廠商長、短期的經營特性，可以從生產面，建立生產函數來分析，亦可從成本面，建立成本函數為之。本節首先說明此兩種方法的數學模式，再比較此兩方法的優劣。

### 5.1.1 生產函數與成本函數的關係

生產函數與成本函數的定式如式(5-1-1)所示。

$$\begin{array}{ll} \text{生產函數} & \text{成本函數} \\ \text{Max } T = T(L, K; \gamma) & \text{Min } C = wL + rK \\ \text{s.t. } C = wL + rK & \text{s.t. } T = T(L, K; \gamma) \end{array} \quad (5-1-1)$$

其中：

- $T$  = 產量；
- $C$  = 總成本；
- $L, K$  = 投入要素用量；
- $w, r$  = 投入要素價格；
- $\gamma$  = 反映既有技術狀態的參數。

上兩種描述廠商生產行為的數學式彼此為對偶關係。由最佳化理論知，經拉式(Lagrange)轉換，最佳化公式的限制式可轉成目標式。以生產函數為例，其拉式轉換後的公式為： $LL(\text{Lagrange}) = T(L, K; \gamma) + \lambda(C - wL - rK)$ ，同理，成本函數亦可轉換為： $LL(\text{Lagrange}) = wL + rK + \lambda(T - T(L, K; \gamma))$ 。不論採用那一種模化方式，其最佳解的必要條件均為： $MP_L/MP_K = w/r$ ，即投入要素間的邊際產量比等於價格比(參閱第四章的式(4-1-6)及其說明)。由此知，一旦引進投入要素價格，生產理論與成本理論均可充分描述廠商的生產行為。

現以二範例，分別說明如何由已知的生產(成本)函數推導出成本(生產)函數。

### 1. 由生產函數推導成本函數

假設國內某大眾運輸產業的生產函數為  $T=100L^{1/2}K^{1/4}$  ( $L$  為勞務,  $K$  為資本), 令  $w, r$  分表  $L, K$  兩投入要素的價格, 則由式(5-1-1)右側最小成本函數(= $LTC$ , 表長期成本函數)定式的限制式  $T = T(L, K; \gamma) = 100L^{1/2}K^{1/4}$ , 可導得:

$$L = \left[ \frac{T}{100} K^{-1/4} \right]^2 = 100^{-2} T^2 K^{-1/2} \quad (5-1-2a)$$

$$K = \left[ \frac{T}{100} L^{-1/2} \right]^4 = 100^{-4} T^4 L^{-2} \quad (5-1-2b)$$

將  $L$  代入長期成本函數中, 得:

$$LTC = w100^{-2} T^2 K^{-1/2} + rK \quad (5-1-3a)$$

則最小成本的必要條件(necessary condition)為:

$$\frac{\partial LTC}{\partial K} = -\frac{1}{2} 100^{-2} w T^2 K^{-3/2} + r = 0 \quad (5-1-3b)$$

可得最佳的資本投入量為:

$$K^* = \left( 2 \times 100^2 T^{-2} \right)^{-2/3} \left( \frac{r}{w} \right)^{-2/3} \quad (5-1-3c)$$

同理, 將  $K$  代入長期成本函數中, 以上述方法可得:

$$L^* = \left( \frac{1}{2} 100^4 T^{-4} \right)^{-1/3} \left( \frac{w}{r} \right)^{-1/3} \quad (5-1-3d)$$

將  $L^*, K^*$  代入長期成本函數中, 可得長期成本函數為:

$$\begin{aligned} LTC &= wL^* + rK^* \\ &= w \left( \frac{1}{2} 100^4 T^{-4} \right)^{-1/3} \left( \frac{w}{r} \right)^{-1/3} + r \left( 2 \times 100^2 T^{-2} \right)^{-2/3} \left( \frac{r}{w} \right)^{-2/3} \\ &= 877.2053 T^{4/3} w^{2/3} r^{1/3} \end{aligned} \quad (5-1-4)$$

現來推導短期成本函數。令短期間資本固定 =  $\bar{K}$ , 代入式(5-1-2a)得  $L = 100^{-2} T^2 \bar{K}^{-1/2}$ , 將  $\bar{K}, L$  代入, 得短期成本函數  $STC$  為:

$$STC = (100^{-2} T^2 \bar{K}^{-1/2}) w + \bar{K} r \quad (5-1-5a)$$

$$STVC = 100^{-2} T^2 w \bar{K}^{-1/2} \quad (5-1-5b)$$

值得說明者，由推導的結果可充分顯示，除了產量外，長期成本函數的組成變數是所有投入要素的價格；短期成本函數的組成變數，如只考慮變動成本，則是固定投入要素的用量與非固定投入要素的價格。

由式(5-1-5a)與(5-1-5b)的比較知，短期成本函數中不能包含固定投入要素的價格，在短期總成本中，同時有固定投入要素的價格與用量，相乘就確定了固定投入要素的成本，因已不是變數，可直接從短期總成本中扣除，結果，應變數變為短期變動成本，解釋變數中的固定投入要素則係以其用量當變數。而如追溯其推導的過程知，固定投入要素的用量係由生產函數得來(式(5-1-2a))。

## 2. 由成本函數推導生產函數

假設國內某大眾運輸產業的長期成本函數為  $LTC=5w^{0.7}r^{0.3}T^{0.7}$  (變數的定義與前例同)，則由 Shephard's Lemma，藉成本函數可推導已知產量條件下，各投入要素最經濟的用量：

$$L^* = \frac{\partial LTC}{\partial w} = 5 \times 0.7 w^{(0.7-1)} r^{0.3} T^{0.7} = 3.5 w^{-0.3} r^{0.3} T^{0.7} \quad (5-1-6a)$$

$$K^* = \frac{\partial LTC}{\partial r} = 5 \times 0.3 w^{0.7} r^{(0.3-1)} T^{0.7} = 1.5 w^{0.7} r^{-0.7} T^{0.7} \quad (5-1-6b)$$

整理式(5-1-6a)得：

$$w/r = 3.5^{1/0.3} L^{-1/0.3} T^{0.7/0.3} \quad (5-1-7a)$$

同理，整理式(5-1-6b)得：

$$w/r = 1.5^{-1/0.7} K^{1/0.7} T^{-1} \quad (5-1-7b)$$

令式(5-1-7a)與式(5-1-7b)兩式相等，得：

$$w/r = 3.5^{1/0.3} L^{-1/0.3} T^{0.7/0.3} = 1.5^{-1/0.7} K^{1/0.7} T^{-1} \quad (5-1-8a)$$

整理式(5-1-8a)，得：

$$T = (3.5^{-1} \times 1.5^{-0.3/0.7}) L K^{0.3/0.7} \quad (5-1-8b)$$

現以規模報酬(經濟)來說明由生產函數導得的廠商生產特性亦可由成本函數導得。

由式(5-1-8b)知，生產要素同時提高  $z$  倍，產量會提高大於  $z$  倍，如下式：

$$(3.5^{-1} \times 1.5^{-0.3/0.7})(zL) \times (zK)^{0.3/0.7} = z^{1/0.7} T > T \quad (5-1-9)$$

由前章式(4-1-10)知，規模報酬指標等於： $S_R = AC/MC$ ，即長期平均成本除以長期邊際成本，令  $H = 5w^{0.7}r^{0.3}$ ，則：

$$AC=LTC/T=HT^{0.7}/T=HT^{(0.7-1)} \quad (5-1-10a)$$

$$MC=dLTC/dT=0.7HT^{(0.7-1)} \quad (5-1-10b)$$

$$S_R=AC/MC=HT^{(0.7-1)}/0.7HT^{(0.7-1)}=1/0.7 > 1 \quad (5-1-10c)$$

式(5-1-9)與式(5-1-10c)均指出廠商係處於遞增規模報酬。由此知，不論從生產函數抑或成本函數均可用以分析廠商的生產行為及相關的經濟特性。

## 5.1.2 生產函數法與成本函數法的優劣

對於廠商行為的分析，不論成本函數法或生產函數法均能獲得相同的結果，惟一般均選成本函數法，而非生產函數法，其理由係：

- (1) 構建成本函數較不容易發生統計上的偏誤；
- (2) 依 Shephard's Lemma，藉成本函數可推導已知產量條件下，各投入要素最經濟的需求量；
- (3) 成本函數所需數據較容易於會計資料中找到。

第一個理由主要指的是迴歸分析隱含的假設，即解釋變數無量度誤差。生產函數的解釋變數為投入要素量( $L, K$ )，為廠商的內部決策變數，例如相同規模的公車業者，甲公司聘用較多的職員，乙公司則聘用較多的司機，因較為主觀，因此會有量度誤差的問題；成本函數的解釋變數只含產量  $T$ ，與投入要素的價格( $w, r$ )，而產量  $T$  可由運輸市場的統計客觀取得， $w, r$  係由要素市場決定，例如同一地區公車業者，其司機員的薪資差不多，同一時期的燃料價格各地區均相同等，因均為外部客觀資料，因此較無量度誤差，不會造成統計上的偏誤。

## 5.2 良好成本函數應具備的條件

能充分描述廠商生產行為的成本函數，在數學上需具備幾個良好特性 (well-behaved characteristics)，即連續性(continuity)，單調性(monotonicity)，均質性(homogeneity)，與凹性(concavity)。本節分別說明之。

### 5.2.1 連續性與單調性

連續性(continuity)係指成本會隨投入要素價格連續變化(continuous in  $w$ )，此一特性係為數學計算的方便，例如成本函數滿足凹性(詳 5.2.3 節)的前提係必須具連續性(有第二階導數)。

單調性 (monotonicity) 係指投入要素價格增加，成本必不會減少 (nondecreasing in  $w$ )，數學表示可寫成：

$$\text{If } w' \geq w, \text{ then } c(T; w') \geq c(T; w) \quad (5-2-1)$$

## 5.2.2 均質性

均質性係以幾次齊次均質 (homogeneous of degree  $x$ ) 來表示。以下分述之。

### 1. 定義

現有一函數  $T = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，現設定一常數  $z > 0$ ，如：

$$z^k T = f(zx_1, zx_2, \dots, zx_n) \quad (5-2-2)$$

則函數  $T$  稱為  $k$  次齊次均質 (homogeneous of degree  $k$ )。

如  $f(x)$  為 1 次齊次均質 (homogeneous of degree 1) 函數，則原函數可拆解成：

$$f(x) = \sum_i \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} x_i \quad (5-2-3)$$

而式中的  $\frac{\partial f(x)}{\partial x_i}$  函數必為 0 次齊次均質 (homogeneous of degree 0)。

### 2. 成本函數

令成本函數為  $c(T; w_1, w_2)$ ，其中， $T$  為產量， $w_i$  為投入要素價格，則

$$c(T; zw_1, zw_2) = zc(T; w_1, w_2) \quad \text{for } z > 0 \quad (5-2-4)$$

亦即成本函數對投入要素價格  $w$  係 1 次齊次均質 (homogeneous of degree 1 in  $w$ ) 的函數。換言之，所有生產投入要素的價格如同時提高  $z$  倍，則成本亦會提高  $z$  倍，原因係廠商在此狀況下，無法藉由調整不同投入要素的用量來降低成本。

因為是 1 次齊次均質，所以成本函數可拆解成：

$$c(T; w) = \sum_i \frac{\partial c(T; w_i)}{\partial w_i} w_i = wL + rK \quad (5-2-5)$$

### 3. 投入要素之需求函數

式(5-2-5)中的  $L, K$  係投入要素的需求量，係由 Shephard's Lemma 推導獲得。

#### Shephard's Lemma

如  $c(T; w, r)$  在  $T, w, r$  上均可微分，且  $w, r > 0$

則投入要素的條件(生產  $T$ )需求  $L^* = l(T; w, r)$ ， $K^* = k(T; w, r)$  為：

$$l(T; w, r) = \frac{\partial c(T; w, r)}{\partial w} \quad (5-2-6a)$$

$$k(T; w, r) = \frac{\partial c(T; w, r)}{\partial r} \quad (5-2-6b)$$

由上述定義與式(5-2-3)知，投入要素的需求函數對價格  $w$  係 0 次齊次均質的函數(homogeneous of degree 0 in  $w$ )，如下式所示，亦即所有要素價格均漲  $z$  倍，廠商無法藉由調整不同投入要素的用量來降低成本，致最省成本的生產組合(即每一投入要素的最佳用量)並不會改變。

$$l(T; zw_1, zw_2) = l(T; w_1, w_2) = L^* \quad (5-2-7a)$$

$$k(T; zw_1, zw_2) = k(T; w_1, w_2) = K^* \quad (5-2-7b)$$

### 5.2.3 凹性

上節的均質性，係指所有投入要素的價格同時等倍改變，本節則討論只有某投入要素的價格改變的狀況。

凹性係指成本函數對投入要素價格所呈現的特性(concavity in  $w$ )，其數學表示可寫成：

$$c(T; zw + (1-z)w') \geq zc(T; w) + (1-z)c(T; w') \quad \text{for } 1 \geq z \geq 0 \quad (5-2-8)$$

成本函數具凹性是最令人訝異的特性。如某一投入要素的價格漲高，依單調性，成本必不減，但依凹性，成本將會以一個遞減率來增加。當某投入要素愈來愈貴時，追求最小成本的廠商將會減少該要素的用量，改而使用其他要素替代之，亦即廠商不會面對某一投入要素價格持續高漲而放任不管，讓成本隨之漲高，而會重新組合投入要素的用量(生產相同產量)，使總成本雖會增加，但係以遞減的方式來增加，如圖 5.2.1 所示。

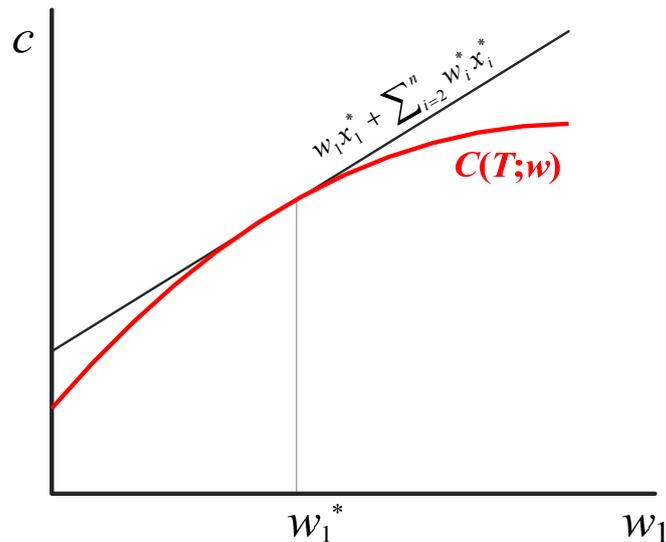


圖 5.2.1 成本函數具凹性示意圖

令  $x^*, w^*$  為最小成本生產下的投入要素用量與要素價格。現假設要素 1 的價格由  $w_1^*$  增加至  $w_1$ ，其他不變。如果廠商不作任何因應，則總成本會增為：

$$w_1 x_1^* + \sum_{i=2}^n w_i^* x_i^* \geq c(T; w) \quad (5-2-9)$$

即最小成本曲線必然在  $w_1 x_1^* + \sum_{i=2}^n w_i^* x_i^*$  之下，此即凹性。

一個符合廠商行為的成本函數必須具凹性，但在數學上如何驗證？依定理，一個函數具凹性，必須其二階導數的矩陣（稱為 Hessian Matrix）為半負定 (negative semidefinite)。而某矩陣為半負定，必須其第  $k$  階主要子行列式值的符號 (sign of the principal minor determinants of order  $k$ ) 等於  $(-1)^k$ ，或值為 0 (如果  $k$  個各階主子矩陣值均不為 0，則為負定)。現以二階導數的三維行列式為例，說明其第 1 至 3 階主要子行列式值的符號，如圖 5.2.2 所示。

二階導數的三維行列式	第 1 階 主要子行列式值	第 2 階 主要子行列式值	第 3 階 主要子行列式值
$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$	$a_{11}$	$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$	$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$

圖 5.2.2 第  $k$  階主要子行列式值示意圖

## 5.2.4 良好成本函數的檢驗範例

現以二個範例來說明成本函數是否具備良好函數必要的特性。

### 1. 範例一

如成本函數為： $C = T^{1/2} w^{3/4} r^{3/4}$

#### (1) 均質性

$$C(T; zw, tr) = (T^{1/2} w^{3/4} r^{3/4}) z^{(3/4+3/4)} = z^{3/2} C > zC \quad (5-2-10)$$

由上式知， $C(T; zw, zr) > zC$ ，即該成本函數對投入要素價格不具備 1 次齊次均質性，不符要求。

(2) 凹性

該成本函數的 Hessian 矩陣為：

$$\begin{vmatrix} \frac{-3}{16}T^{1/2}w^{-5/4}r^{3/4} & \frac{9}{16}T^{1/2}w^{-1/4}r^{-1/4} \\ \frac{9}{16}T^{1/2}w^{-1/4}r^{-1/4} & \frac{-3}{16}T^{1/2}w^{3/4}r^{-5/4} \end{vmatrix}$$

$$\text{第 1 階主子矩陣值} = a_{11} = -\frac{3}{16}T^{1/2}w^{-5/4}r^{3/4} < 0$$

$$\text{第 2 階主子矩陣值} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = \left(\frac{3}{16}\right)^2 T w^{-1/2} r^{-1/2} - \left(\frac{9}{16}\right)^2 T w^{-1/2} r^{-1/2} < 0$$

半負定的要求是 $(-1)^k$ ，即第 1 階主子矩陣值為負或為 0，第 2 階主子矩陣值為正或為 0。上式知，該成本函數的第 1、2 階主子矩陣值均為負，不符合要求，即該成本函數對投入要素價格不具備凹性。

## 2. 範例二

如成本函數為： $C=4T^{1/2}w^{1/2}r^{1/2}$

(1) 均質性：

$$C(T; zw, zr) = 4T^{1/2}w^{1/2}r^{1/2}z^{(1/2+1/2)} = zC = zC \quad (5-2-11)$$

由上式知， $C(T; zw, zr) = zC$ ，即該成本函數對投入要素價格具備 1 次齊次均質性，符合要求。

(2) 凹性

該成本函數的 Hessian 矩陣為：

$$\begin{vmatrix} -T^{1/2}w^{-3/2}r^{1/2} & T^{1/2}w^{-1/2}r^{-1/2} \\ T^{1/2}w^{-1/2}r^{-1/2} & -T^{1/2}w^{1/2}r^{-3/2} \end{vmatrix}$$

$$\text{第 1 階主子矩陣值} = a_{11} = -T^{1/2}w^{-3/2}r^{1/2} < 0$$

$$\text{第 2 階主子矩陣值} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21} = T w^{-1} r^{-1} - T w^{-1} r^{-1} = 0$$

由上式知，該成本函數的第 1 階主子矩陣值為負，第 2 階主子矩陣值為 0，為半負定，符合要求，即該成本函數對投入要素價格具備凹性。

## 5.3 幾種常見的成本函數

本節介紹幾種常見的成本函數，包括 Leontif、Cobb-Douglas，與 Translog 等，以下分別說明其數學特性。

### 5.3.1 Leontif 成本函數

Leontif 成本函數的定式為：

$$C=w(aT)+r(bT) \quad (5-3-1)$$

其中：

$w, r$  = 投入要素價格；  
 $aT, bT$  = 最佳投入要素用量。

Leontif 成本函數的特性為：

- (1) 特性 1：投入要素用量比例增加，產量亦等比例增加，即恆為等規模報酬 ( $S_R=1$ )；
- (2) 特性 2：投入要素間不能替代，即  $\sigma_{KL}=\sigma_{LK}=0$ 。

Leontif 成本函數可以迴歸法來校估建立，其迴歸式為：

$$C = \alpha_0 + \alpha_1(wT) + \alpha_2(rT) \quad (5-3-2)$$

其校估出的參數中， $\alpha_1=a$ ;  $\alpha_2=b$ 。

### 5.3.2 Cobb-Douglas 成本函數

Cobb-Douglas 的生產函數可寫成  $T=AL^aK^b$ ，其對應的成本函數定式為：

$$C = A' w^{\frac{a}{a+b}} r^{\frac{b}{a+b}} T^{\frac{1}{a+b}} \quad (5-3-3)$$

其中：

$w, r$  = 投入要素價格；  
 $T$  = 商品產量；  
 $a, b$  = 待校估的參數；  
 $A'$  = 設定的常數。

Cobb-Douglas 成本函數的特性為：

- (1) 特性 1：規模報酬  $S_R=a+b$ ，亦即無限制，視校估結果而定；

- (2) 特性 2： $\sigma_{KL}=\sigma_{LK}=1$ ，投入要素間替代彈性固定為 1，即投入要素的價格比增加 1%，其用量比亦會增加 1%。

Cobb-Douglas 成本函數欲以迴歸法來校估建立，通常會將之轉換成對數型式，其迴歸式為：

$$L_n C = \alpha_0 + \alpha_1 L_n T + \alpha_2 L_n w + \alpha_3 L_n r \quad (5-3-4a)$$

其校估出的參數中， $\alpha_0=L_n A'$ ， $\alpha_1=1/(a+b)$ ， $\alpha_2=a/(a+b)$ ， $\alpha_3=b/(a+b)$ ；因此可得：

$$a=\alpha_2/\alpha_1；b=\alpha_3/\alpha_1 \quad (5-3-4b)$$

### 5.3.3 Translog 成本函數

Leontif 成本函數限制廠商恆為等規模報酬生產，且投入要素間無法替代；Cobb-Douglas 成本函數雖然較有彈性，但仍限制投入要素間替代彈性為 1。本節要介紹的 Translog 成本函數則幾無任何對廠商行為的限制，係為最廣被採用、最具彈性(flexible)的成本函數。其定式可有多階項，惟即便只有一階項，即可用以分析許多重要經濟特性。

Translog 成本函數的定式為(只顯示一階項)：

$$L_n C(T; w, r, \gamma) = \alpha_0 + \alpha_1(L_n T - L_n \bar{T}) + \alpha_2(L_n w - L_n \bar{w}) + \alpha_3(L_n r - L_n \bar{r}) + \alpha_4(L_n \gamma - L_n \bar{\gamma}) + \text{第二階與互動項} + \varepsilon \quad (5-3-5)$$

其中：

$w, r$  = 分表勞務與資本投入要素的價格；

$T$  = 商品產量；

$\gamma$  = 表與生產技術有關的變數；

$\alpha_i$  = 待校估的參數；

$\bar{T}, \bar{w}, \bar{r}, \bar{\gamma}$ ，為各變數的樣本平均值。

式(5-3-5)的 Translog 成本函數雖只有一階項，但已可展現許多廠商生產行為重要的經濟特性，如表 5-3-1 所示。

上示只有一階項的 Translog 函數，不論研究主題為何，只能求出樣本平均的經濟特性，也就是說只能分析整體產業，不能分析個別廠商。更重要的是，只有一階項的 Translog 函數會退化成 Cobb-Douglas 型式，如：

$$L_n C = \alpha_0 + \alpha_1(L_n T - L_n \bar{T}) + \alpha_2(L_n w - L_n \bar{w}) + \alpha_3(L_n r - L_n \bar{r}) \quad (5-3-6)$$

由 Cobb-Douglas 函數的說明知，只有一階項的 Translog 函數，會限制廠商生產的某些行為，不是最有使用彈性的成本函數。

表 5-3-1 Translog 成本函數一階項各參數的意涵

迴歸參數	係數	意義
常數	$\alpha_0$	總成本在平均點的對數值
$(L_n T - L_n \bar{T})$	$\alpha_1$	總成本在平均點的產量彈性= $E_{C,T}=1/S_R$
$(L_n w - L_n \bar{w})$	$\alpha_2$	勞務成本在平均點占總成本的比例(cost share)
$(L_n r - L_n \bar{r})$	$\alpha_3$	資本成本在平均點占總成本的比例(cost share)
$(L_n \gamma - L_n \bar{\gamma})$	$\alpha_4$	在平均點技術提升 1%，總成本增加的百分比

### 5.3.4 Translog 成本函數的實證範例

藍武王與許書耕(1989)曾以 Translog 函數構建國內民營公路客運業的成本函數，該研究以民國 76 年臺灣省 32 家民營公路汽車客運業為對象，以延車公里及延人公里為產出，採用勞務、物料與資本三項投入要素，以公路局監理處 72~76 年的公路客運資料，估算各投入要素價格、總成本與各投入要素成本比例。

#### 1. Translog 成本函數定式與校估結果

滿足一階齊次均質與凹性，三投入要素(價格分別為  $w_1, w_2, w_3$ )、單產出( $T$ ) 的 Translog 成本函數定式(含一、二階項及互動項)為：

$$\begin{aligned}
 L_n C = & L_n \alpha_0 + \alpha_1 L_n T + \frac{1}{2} \alpha_2 (L_n T)^2 + \beta_1 L_n w_1 + \beta_2 L_n w_2 + \beta_3 L_n w_3 \quad (5-3-7) \\
 & + \gamma_{12} L_n w_1 L_n w_2 + \gamma_{13} L_n w_1 L_n w_3 + \gamma_{23} L_n w_2 L_n w_3 \\
 & + \frac{1}{2} [\gamma_{11} (L_n w_1)^2 + \gamma_{22} (L_n w_2)^2 + \gamma_{33} (L_n w_3)^2] \\
 & + \rho_1 L_n T L_n w_1 + \rho_2 L_n T L_n w_2 + \rho_3 L_n T L_n w_3
 \end{aligned}$$

且滿足下列限制式(另加入對稱條件 $\gamma_{ij}=\gamma_{ji}$ )：

$$\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1 \quad (5-3-8a)$$

$$\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 = 0 \quad (5-3-8b)$$

$$\gamma_{11} + \gamma_{12} + \gamma_{13} = 0 \quad (5-3-8c)$$

$$\gamma_{21} + \gamma_{22} + \gamma_{23} = 0 \quad (5-3-8d)$$

$$\gamma_{31} + \gamma_{32} + \gamma_{33} = 0 \quad (5-3-8e)$$

加入限制式以後，三投入要素( $l$ 、 $m$ 、 $k$  註標分表勞務、物料與資本， $w$  表其價格)、單產出( $T$  為延車公里或延人公里)的 Translog 成本函數可寫成：

$$\begin{aligned}
 L_n C = & A_0 + \alpha_1 L_n T + \frac{1}{2} \alpha_2 (L_n T)^2 & (5-3-9) \\
 & + \gamma_{lm} L_n (w_l / w_k) L_n (w_m / w_k) + \beta_l L_n (w_l / w_k) + \beta_m L_n (w_m / w_k) \\
 & + \frac{1}{2} \{ \gamma_{ll} [L_n (w_l / w_k)]^2 + \gamma_{mm} [L_n (w_m / w_k)]^2 \} \\
 & + \rho_l L_n T L_n (w_l / w_k) + \rho_m L_n T L_n (w_m / w_k)
 \end{aligned}$$

上式中沒有參與校估的參數，其值為： $\beta_k = 1 - \beta_l - \beta_m$ ； $\rho_k = -\rho_l - \rho_m$ ； $\gamma_{lk} = -\gamma_{ll} - \gamma_{lm}$ ， $\gamma_{mk} = -\gamma_{lm} - \gamma_{mm}$ ， $\gamma_{kk} = -\gamma_{lk} - \gamma_{ml}$ 。

由式(5-3-9)成本函數的變數組成知，其含所有投入要素價格，所以是長期成本函數。但與第四章式(4-3-1)的長期成本函數範例並不同，式(4-3-1)的解釋變數同時含所有投入要素價格的係數(和為 1)，式(5-3-9)則只置入  $n-1$  個投入要素的係數，這是為避免校估迴歸式時出現奇點(singularity)至無法求解的問題(迴歸計算過程中會出現除到 0 的狀況)。

Translog 成本函數可反映的經濟特性包括：

- (1) 密度經濟(Economies of Density)：Christensen 與 Green(1976)定義者；
- (2) 投入要素成本占總成本的比例(cost shares)：可用以間接求解各投入要素的需求量  $x_i^*$  (factor demands)。  $x_i^*$  一般可由 Shephard 定理求得( $x_i^* = \partial C / \partial w_i$ )，惟對 Translog 成本函數言，以各要素成本比例公式間接求解( $x_i^* = CS_i \times C / w_i$ )，計算上較簡單；
- (3) 投入要素需求的自身價格彈性(own price elasticity)與交叉價格彈性(cross price elasticity)分別為： $\varepsilon_{ii} = \partial L_n x_i / \partial L_n w_i$ ， $\varepsilon_{ij} = \partial L_n x_i / \partial L_n w_j$ ；
- (4) 投入要素間的偏替代彈性：Allen(1938)定義者。

模式參數校估結果如表 5-3-2 所示。表中列有三個模式，均以延車公里為產出，其中，模式一係標準 Translog 型式，模式二為 Homothetic 型式，模式三為 Cobb-Douglas 型式，後二種型式均是令標準 Translog 型式的某些參數為 0 的結果，亦即均為標準 Translog 型式的特例。而成本函數各參數中， $\beta_k$ ， $\gamma_{lk}$ ， $\gamma_{mk}$ ， $\gamma_{kk}$ ， $\rho_k$  等的係數是由式(5-3-8)的限制式換算(因此沒有  $t$  值)； $L_n LF$  為各模式校估得的最大似函數對數值(Log of the Maximum Likelihood Function)，可用來檢定三種模式有否差異。上述各模式係採 Zellner 近似無關迴歸方法(seemingly unrelated regression)，以成本函數及二個投入要素占成本函數比例等三個函數的聯立式，

同時校估(式(5-3-9)並未列出另二個成本比例的聯立公式)。

由表知，三種模式參數係數在 0.05 顯著水準下均顯著， $R^2$  都大於或接近 0.9，配適情形良好(另以延人公里為產出的標準 Translog 型式，其校估結果未列出)。

表 5-3-2 公路汽車客運業成本函數校估結果

參數	Translog 型式		Homothetic 型式		Cobb-Douglas 型式	
	係數值	t 值	係數值	t 值	係數值	t 值
$\alpha_0$	7.70830	10.09	7.71414	10.56	2.65700	11.68
$\alpha_1$	-0.41255	-2.26	-0.40681	-2.31	0.81783	32.85
$\alpha_2$	0.14709	6.71	0.14578	6.87	-	-
$\beta_l$	0.27745	3.21	0.52701	16.72	0.56488	67.89
$\beta_m$	0.71232	7.92	0.43716	8.74	0.39418	48.72
$\beta_k$	0.01023	-	0.03583	-	0.04094	-
$\gamma_m$	-0.13813	-5.39	-0.11225	-4.11	-	-
$\gamma_k$	0.00700	-	0.00896	-	-	-
$\gamma_{mk}$	0.00083	-	-0.00829	-	-	-
$\gamma_l$	0.13043	4.79	0.10329	3.57	-	-
$\gamma_{mm}$	0.13730	4.35	0.12054	3.51	-	-
$\gamma_{kk}$	-0.00853	-	-0.00067	-	-	-
$\rho_l$	0.02596	3.10	-	-	-	-
$\rho_m$	-0.02765	-3.44	-	-	-	-
$\rho_k$	0.00169	-	-	-	-	-
$R^2$	0.9349		0.9302		0.8979	
$L_nLF$	275.231		268.776		247.484	

## 2. 密度經濟(Economies of Density)

Christensen 與 Green(1976)定義的密度經濟公式為：

$$ED = 1 - \frac{\partial L_n C}{\partial L_n T} = 1 - E = 1 - 1/S_R \quad (5-3-10a)$$

對式(5-3-7)進行 $\partial L_n C / \partial L_n T$ ，可得：

$$E = \partial L_n C / \partial L_n T = \alpha_1 + \alpha_2 L_n T + \rho_l L_n W_l + \rho_m L_n W_m + \rho_k L_n W_k \quad (5-3-10b)$$

其中， $ED$  值大於零(即  $S_R = AC/MC > 1$ )表有密度經濟(遞增規模報酬)；等於零表固定規模報酬；小於零則表示密度不經濟(遞減規模報酬)。由式(5-3-10b)知，有二階項與互動項的 Translog 成本函數，其總成本的產出彈性不只含  $\alpha_1$  一個係數。

由於同一產業各廠商面對的各投入要素價格大致相同，故各廠商的生產規模是否經濟，主要係由其產出決定(式(5-3-10b)中與產出有關的就有 2 項)。因為可由產出決定，故可代入某個別廠商目前的生產資料，評估其既有規模是否經濟。

$ED$  值主要影響因素為產出(延車公里)，而各公路客運公司年產出(延車公里)與其當年的營運車輛數有密切關係，如圖 5.3.1 所示。

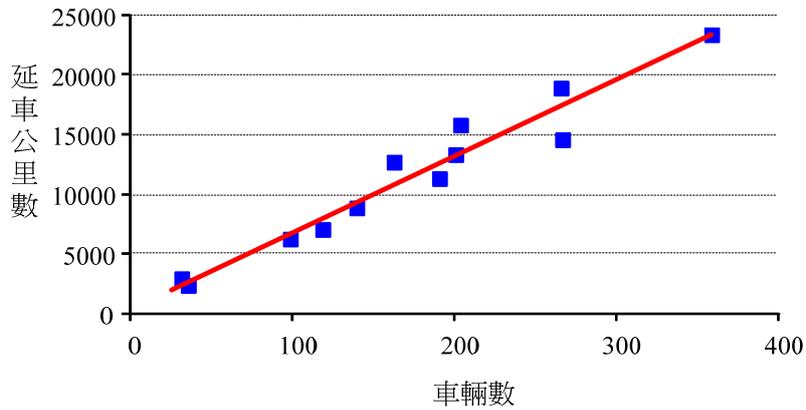


圖 5.3.1 公路客運業各公司年產出與營運車輛數關係圖

經將個別公司的產出(延車公里數)及投入要素價格代入式(5-3-10b)得出密度經濟值  $ED$ ，再建立各公司  $ED$  值與其營業車輛數的關係，如圖 5.3.2 所示。由圖知，如以延車公里為產出，則公路汽車客運最適規模約為 200 輛，如以延人公里為產出(校估結果未列出)，則呈現需求愈大的地區，公司規模愈大，也愈賺錢。

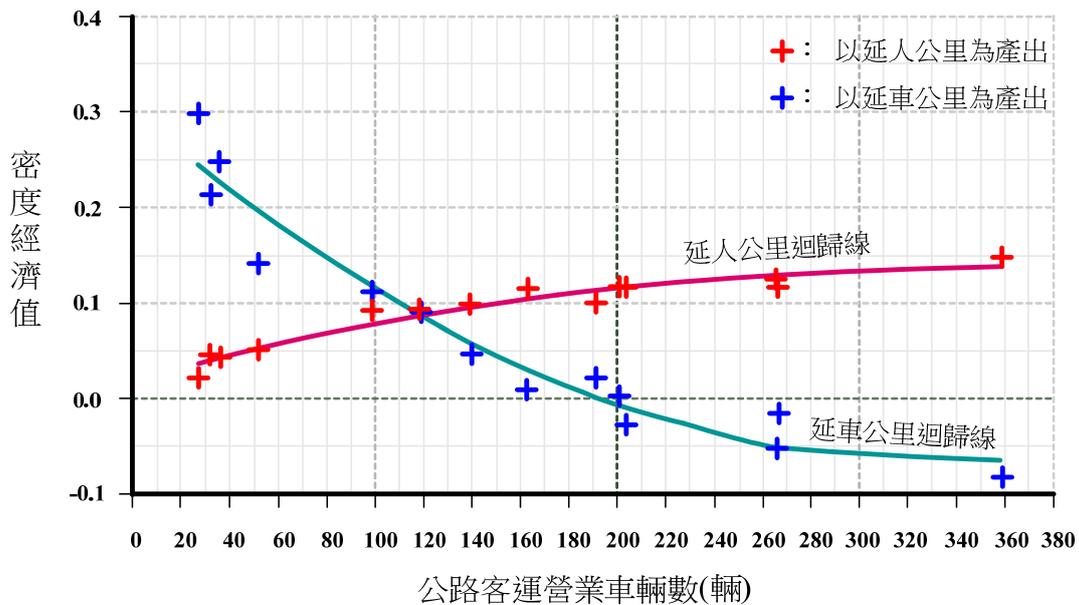


圖 5.3.2 公路客運業各公司營業車輛數與密度經濟關係圖

### 3.投入要素成本占總成本的比例

投入要素成本占總成本的比例(cost shares)可由下式求得：

$$E_{C,w} = \frac{\partial L_n C}{\partial L_n w} = \frac{C_L}{C} = CS_l \quad (5-3-11a)$$

對式(5-3-7)進行 $\partial L_n C / \partial L_n w$ ，可得：

$$CS_l = \beta_l + \gamma_{ll} L_n(w_l/w_k) + \gamma_{lm} L_n(w_m/w_k) + \rho_l L_n T \quad (5-3-11b)$$

$$CS_m = \beta_m + \gamma_{lm} L_n(w_l/w_k) + \gamma_{mm} L_n(w_m/w_k) + \rho_m L_n T \quad (5-3-11c)$$

$$CS_k = \beta_k + \gamma_{lk} L_n(w_l/w_k) + \gamma_{mk} L_n(w_m/w_k) + \rho_k L_n T \quad (5-3-11d)$$

經將個別廠商民國 76 年的資料代入式(5-3-11)，得出個別廠商各項投入要素成本占總成本的比例，如表 5-3-3 所示。由表知，不論公司規模大小，公路汽車客運業的投入要素成本占總成本的比例均以勞務最大(平均占 61%)，物料次之(平均占 35%)，資本最少(平均占 4%)，亦即司機與燃料為該產業的主要投入要項。

表 5-3-3 公路汽車客運業投入要素成本占總成本的比例

公司 名稱	勞務比例	物料比例	資本比例	車輛數	延車公里
	$CS_l$	$CS_m$	$CS_k$		
基隆客運	0.6480	0.3171	0.0349	99	6233.6
海山客運	0.5977	0.3769	0.0254	32	2915.6
淡水客運	0.4884	0.4774	0.0342	36	2340.7
新店客運	0.6439	0.3214	0.0347	140	8848.0
苗栗客運	0.6104	0.3395	0.0501	191	11308.2
豐原客運	0.6022	0.3585	0.0393	266	18896.4
彰化客運	0.6629	0.2994	0.0377	204	15789.2
員林客運	0.5947	0.3868	0.0185	201	13313.4
台西客運	0.6383	0.3183	0.0434	163	12682.6
興南客運	0.6179	0.3375	0.0446	267	14566.8
高雄客運	0.5572	0.3986	0.0442	359	23369.9
屏東客運	0.6973	0.2588	0.0439	119	7034.1
平均	<b>0.6132</b>	<b>0.3492</b>	<b>0.0376</b>	173	11441.5

#### 4. 投入要素需求的價格彈性

投入要素需求的自身價格彈性如式(5-3-12a)，交叉價格彈性如式(5-3-12b)：

$$\varepsilon_{ii} = \frac{\gamma_{ii} + CS_i(CS_i - 1)}{CS_i} \quad (5-3-12a)$$

$$\varepsilon_{ij} = \frac{\gamma_{ij} + CS_i \times CS_j}{CS_i}, \quad i \neq j \quad (5-3-12b)$$

經將個別廠商的資料代入式(5-3-12)，得出個別廠商各項投入要素需求的自身價格彈性與交叉價格彈性平均值，如表 5-3-4 所示。由表知：

- (1) 要素需求的自身價格彈性可反映產業對投入要素的依存度，由表知，車輛(資本)有明顯的價格彈性(-1.159)，勞務與物料則為價格無彈性(-0.183, -0.258)。
- (2) 由要素需求的交叉價格彈性知，車輛可增減的彈性較大，其他則較無價格彈性。

表 5-3-4 公路汽車客運業投入要素需求的價格彈性

要素	勞務 $l$	物料 $m$	資本 $k$
勞務 $l$	-0.183	0.144	0.055
物料 $m$	0.237	-0.258	0.045
資本 $k$	0.793	0.389	-1.159

#### 5. 投入要素需求的 Allen 偏替代彈性

Allen(1938)證明  $\varepsilon_{ij} = \sigma_{ij} \times CS_j$ ，其中， $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ ，但  $\varepsilon_{ij} \neq \varepsilon_{ji}$ 。因此，投入要素需求之 Allen 偏替代彈性公式為：

$$\sigma_{ij} = \frac{\varepsilon_{ij}}{CS_j} = \frac{\gamma_{ij} + CS_i \times CS_j}{CS_i \times CS_j}, \quad i \neq j \quad (5-3-13)$$

經將個別廠商的資料代入式(5-3-13)，得出個別廠商各項投入要素需求的 Allen 偏替代彈性，如表 5-3-5 所示。要素間的替代彈性可反映該產業各投入要素間的替代性。由表知，車輛較容易被勞務及物料替代，例如可少買車輛，但多聘司機、多花維修及燃油成本來多使用車輛。

表 5-3-5 公路汽車客運業投入要素需求的 Allen 偏替代彈性

公司 名稱	勞務-物料	勞務-資本	物料-資本
	$\sigma_{lm}$	$\sigma_{lk}$	$\sigma_{mk}$
基隆客運	0.403	1.318	1.052
海山客運	0.386	1.295	1.054
淡水客運	0.401	1.314	1.052
新店客運	0.350	1.264	1.057
欣和客運	0.391	1.302	1.053
宜蘭客運	0.368	1.277	1.056
苗栗客運	0.391	1.299	1.053
豐原客運	0.387	1.295	1.053
彰化客運	0.380	1.287	1.054
員林客運	0.404	1.319	1.052
台西客運	0.404	1.317	1.051
興南客運	0.380	1.286	1.054
高雄客運	0.387	1.294	1.053
屏東客運	0.397	1.307	1.052
平均	<b>0.388</b>	<b>1.298</b>	<b>1.053</b>

## 6. 成本函數具凹性的檢定

成本函數是否呈凹性(concavity)可由 $\partial^2 C / \partial w_i \partial w_j$ 的矩陣(Hessian matrix)檢查是否為半負定(negative semidefinite)加以驗證。實務上係在成本函數參數校估後，代入實際資料予以檢查。Hessian 矩陣的計算公式如下：

$$\text{Hessian 矩陣} = \left[ \frac{\partial^2 C}{\partial w_i \partial w_j} \right], \forall i, j \quad (5-3-14a)$$

其中：

$$\frac{\partial^2 C}{\partial w_i \partial w_j} = \frac{C}{w_i w_j} (\gamma_{ij} + CS_i CS_j), \quad i \neq j \quad (5-3-14b)$$

$$\frac{\partial^2 C}{\partial w_i \partial w_i} = \frac{C}{w_i^2} (\gamma_{ii} + CS_i^2 - CS_i) \quad (5-3-14c)$$

Hessian 矩陣為半負定的充分必要條件是其第  $k$  階主要子行列式值(the principal minor determinants of order  $k$ )的正負符號為 $(-1)^k$ 。三階矩陣的第一至第三階主要子行列式值，可參閱圖 5.2.2。

惟三項投入要素，經化簡後實際僅存在二要素價格變數，因此 Hessian 矩陣之主要子行列式實際僅有二階(第三階必為 0)。如其第一與第二階主要子行列式值的正負符號依次為(-,+), 即可驗證此三項投入要素組成的成本函數係半負定(-,+,0)。

經代入 76 年各客運公司實際資料，得各成本函數模式均具備凹性的良好特性。表 5-3-6 所示者，為表 5-3-2 中的 Translog 成本函數具凹性的檢定結果。

值得說明者，三項投入要素化簡成僅有二要素價格變數，在迴歸分析時係屬必要。以 $\beta_1+\beta_2+\beta_3=1$ 的限制條件為例，如成本函數同時有所有要素價格變數，則校估時必出現 Singularity 的問題，因為投入要素成本占總成本比的總和為 1 ( $\beta_1+\beta_2+\beta_3=1$ )，則其中一項投入要素的成本比可由 1 減去其他要素成本比的和來獲得，如同時置入所有投入要素的變數，則樣本矩陣中必有某一欄係可由其他某些欄的多項式組合求得，則其矩陣值為 0，致迴歸統計時會除到 0，此即 Singularity 的問題。亦因為如此，成本函數滿足五限制條件後即不可能出現負定(符號依次為-,+,-，且無任一為 0)的結果，最多只是半負定(第三階一定為 0)。

表 5-3-6 公路汽車客運業成本函數具凹性的檢定結果

名稱	第一階	第二階
	$a_{11}$	$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}$
基隆客運	-0.192	0.056
海山客運	-0.062	0.012
淡水客運	-0.063	0.009
新店客運	-0.130	0.064
欣和客運	-0.074	0.007
宜蘭客運	-0.235	0.046
苗栗客運	-0.324	0.017
豐原客運	-0.600	0.508
彰化客運	-0.414	0.309
員林客運	-0.526	0.299
台西客運	-0.477	0.252
興南客運	-0.381	0.268
高雄客運	-0.790	0.818
屏東客運	-0.203	0.069

## 7.對其他成本函數型式的檢定

成本函數有下列較常用的型式：

### (1) 齊序(Homothetic)型式

一個具齊序(Homothetic)特性的生產函數，其產業是否具規模經濟，可完全由產出水準決定。其所對應的成本函數可寫成： $C(T,w)=f(T)g(w)$ ，係 Translog 函數加上產出與價格的互動項係數 $\rho_i=0$  限制的特例；

### (2) Cobb-Douglas 型式

此型式的結構又較 Homothetic 型式簡單，隱含投入要素替代彈性=1 的限制。係 Translog 函數加上 $\alpha_2=0$ ， $\gamma_{ij}=0$ ， $\rho_i=0$  等限制的特例，亦即係只有一階項的 Translog 函數。

檢定的方法係以成本函數參數校估結果的最大概似值(maximum likelihood values)為指標，以未加任何限制的 Translog 函數型式為基準，比較其他各種成本函數型式。亦即令  $U$  為無限制型式(Translog 型式)的最大概似值， $R$  為有限制型式(Homothetic 與 Cobb-Douglas 型式)的最大概似值，則 $-2(LnR-LnU)$ 漸近呈卡方分配 $\chi^2_q$ ，其中， $q$  為自由度，係所加限制式的個數。其檢定的虛無假設係有限制的型式與 Translog 無異。

表 5-3-7 為 5%顯著水準下的檢定結果，由表知，虛無假設均被拒絕，即有限制的型式與 Translog 型式有顯著差異，如採用這類型式的成本函數來分析廠商生產特性，其分析獲得的結果實際上有部分是研究者在事前指定成本型式時即逕予加上的，並不是廠商真實的生產特性。

表 5-3-7 公路汽車客運業不同成本函數型式無差異的檢定結果

函數型式	$-2(LnR-LnU)$ 統計量	自由度	$\chi^2_{(0.05)}$	結果
Homothetic	12.91	2	5.99	拒絕
Cobb-Douglas	55.49	6	12.59	拒絕

## 5.4 本章小結

### 1.生產函數與成本函數

生產函數與成本函數的數學式彼此為對偶關係，而一旦引進投入要素價格，二者均可充分描述廠商的生產行為。但一般研究均選成本函數法，而非生產函數法，其理由係：

- (1) 構建成本函數較不容易發生統計上的偏誤；
- (2) 依 Shephard's Lemma，藉成本函數可推導已知產量條件下，各投入要素最經濟的需求量；
- (3) 成本函數所需數據較容易於會計資料中找到。

## 2. 良好的成本函數應具備的特性

能充分描述廠商生產行為的成本函數，在數學上需具備連續性、單調性、均質性，與凹性等特性，除連續性係為數學計算的方便外，其餘特性的重要性為：

- (1) 單調性係指投入要素價格增加，成本必不會減少，反映成本函數係建立在廠商已有效率生產的隱含假設下；
- (2) 均質性方面，成本函數對投入要素價格應為 1 次齊次均質，即廠商在投入要素價格等比例增加時，因無法藉由調整不同投入要素的用量來降低成本，因此總成本亦會等比例增加。投入要素的需求函數對要素價格則應為 0 次齊次均質，即所有要素價格等比例增加時，因廠商無法藉由調整不同投入要素的用量來降低成本，因此每一投入要素的最佳用量並不會改變。此二者均反映成本函數係建立在廠商係有效率生產的隱含假設下；
- (3) 成本函數具凹性是最令人訝異的特性。其反映追求最小成本(最大利潤)的廠商，不會面對某一投入要素價格持續高漲而放任不管，讓成本隨之漲高，而會重新組合投入要素用量(生產相同產量)，使總成本雖會增加，但是以遞減的方式來增加。

## 3. 幾種常見的成本函數

常見的成本函數包括 Leontif、Cobb-Douglas，與 Translog，其主要特性有：

- (1) Leontif 成本函數：限制廠商為等規模報酬( $S_R=1$ )生產，且投入要素間不能替代，即投入要素間替代彈性為 0；
- (2) Cobb-Douglas 成本函數：不限制廠商在何種規模報酬生產，而係視校估結果而定，但會限制投入要素間替代彈性為 1，即投入要素的價格比增加 1%，其用量比亦會增加 1%；
- (3) Translog 成本函數：幾無任何對廠商行為的限制，係最廣被採用、最具彈性(flexible)的成本函數。

# 第六章 運輸市場--從完全競爭至獨占

第二、三章討論消費者對產品的需求面相，第四、五章討論供給者(廠商)對產品的供給面相。本章將依市場的競爭程度，從完全競爭至獨占，分別說明產品在不同市場結構下供給與需求的均衡狀態。

## 6.1 市場結構

依競爭程度，市場結構可分成完全競爭、獨占競爭、寡占、獨占，如圖 6.1.1 所示。其特性分別為：

- (1) 完全競爭(perfect competition)市場：廠商無數、可自由進出市場、產品均一，產品需求的價格彈性為無限大，其廠商係價格接受者(price takers)；
- (2) 獨占競爭(monopolistic competition)市場：相似產品的廠商多、可自由進出市場、產品有別但相似，產品需求有價格彈性，提高價格會吸引相似產品廠商加入市場，而使其損失部分市場占有率，其廠商係價格妥協者(price accommodationists)；
- (3) 寡占(oligopoly)市場：廠商少、產品均一，每家廠商均有相當市場占有率，某家廠商的決策會影響市場其他競爭者，其廠商係價格探詢者(price searchers)；
- (4) 獨占(monopoly)市場：廠商只一家，佔有全部市場，係價格(及產量)決定者(price maker)。

以下各節分別說明以上四種市場的特性。



圖 6.1.1 市場結構圖譜示意圖

## 6.2 完全競爭市場

完全競爭市場(perfect competition markets)有許多優點，是經濟學家一致推崇、欲致力達成的，惟構成完全競爭市場有許多必要的條件或假設，分述如下：

- (1) 廠商無數，產品完全相同或均質；
- (2) 與生產有關的資源完全流通；
- (3) 消費及生產的相關資訊完全公開；
- (4) 廠商可自由進出市場；
- (5) 市場參與者要承受生產決策的全部成本(無外部成本)，購買者可獲得完全的利益(無外部利益)；
- (6) 不論是生產面或消費面，成員間均無互動相關性，例如甲消費者不受乙消費者消費狀況的影響；甲廠商不受乙廠商生產狀況的影響。

### 6.2.1 短期市場均衡

假設短期間廠商投入的資本固定，此時市場會在總需求線交於總供給線處達短期均衡(short-run equilibrium)，即  $D(P)=S(P)$ ，如圖 6.2.1 所示。其右圖係市場的總需求線( $D$ )與總供給線( $S$ )，左圖係市場中某一家廠商的成本曲線， $SMC$  為其短期邊際成本， $SATC$  為短期平均總成本(含變動成本與固定成本)， $SAVC$  為短期平均變動成本。

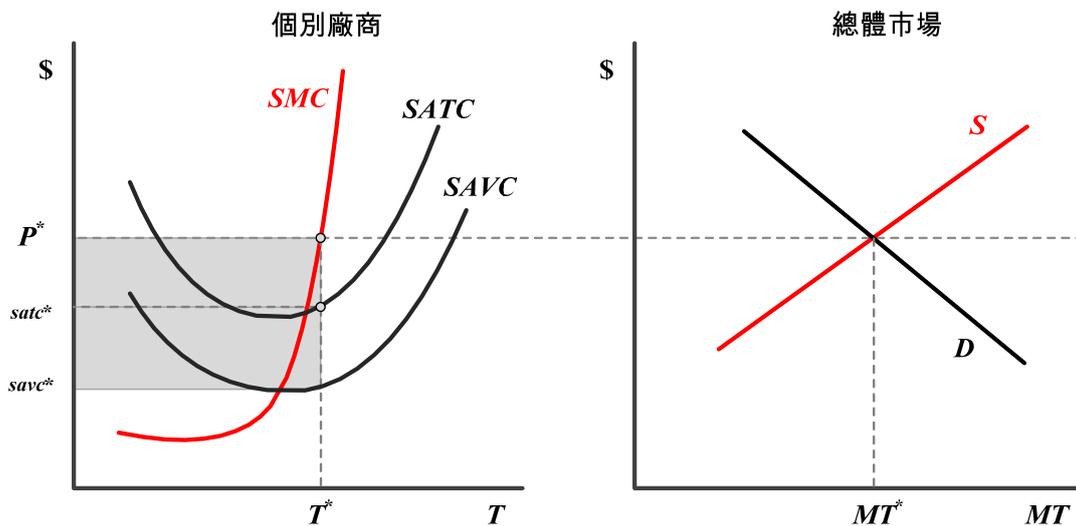


圖 6.2.1 完全競爭市場短期均衡示意圖

由圖 6.2.1 之右圖知，短期的市場需求與供給決定產品的售價( $P^*$ )及該產品的市場交易總量( $MT^*$ )。市場售價為  $P^*$ ，市場內每個追求最大利潤的廠商會增產，直到其短期邊際成本  $SMC$  等於  $P^*$  時的產量  $T^*$  為止。如產量為  $T^*$  時，廠商產品的

售價超過  $SATC$  (或  $SAVC$ )，此時其短期的營運利潤(扣除變動成本後的淨利)為  $P^*$  至  $SAVC$  間的面積( $= (P^* - savc^*) \times T^*$ )，短期的經濟利潤(扣除所有固定與變動成本後的淨利)則為  $P^*$  至  $SATC$  間的面積( $= (P^* - sact^*) \times T^*$ )。

有什麼力量會促使廠商一直增產至產量為  $T^*$  才不再增產? 因為在  $T^*$  以前，每多增產一單位產品，其增加的成本均低於售價，所以增量後的總收入均會增加；而當產量由  $T^*$  再增產一單位時，其增加的成本大於售價，所以增量後的總收入會減少。綜合言，只要是以追求最大利潤為目標的廠商，均會以  $T^*$  為最佳的生產水準，而這個促使廠商增減產量的力量來自於邊際獲利的有無。

當市場需求由  $D$  降為  $D'$  時，如圖 6.2.2 之右圖，市場會重新達均衡，其售價變為  $P^{**}$ ，市場交易總量減為  $MT^{**}$ ，市場內某廠商的產量減為  $T^{**}$ 。此時因  $P^{**}$  仍大於  $SAVC$ ，該廠商仍有營運利潤，可抵補部分固定成本，故廠商短期內會繼續生產，不會退出市場。惟因  $P^{**}$  小於  $SATC$ ，即廠商總收入不足以抵補總成本，處於虧損(economic loss)狀態，總損失量為  $(sact^{**} - P^{**}) \times T^{**}$ 。

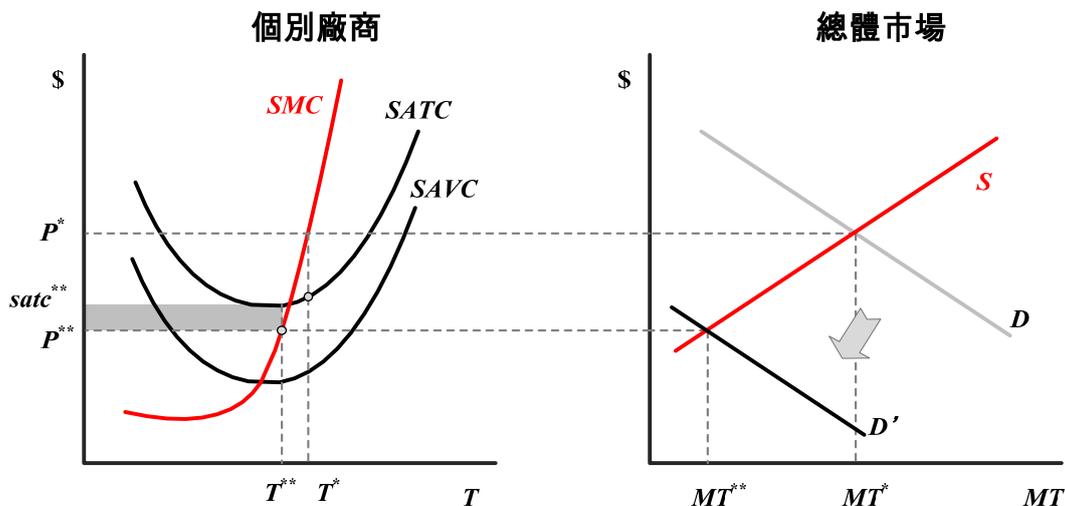


圖 6.2.2 完全競爭市場短期需求變動示意圖

由上述的分析知，圖 6.2.1 的短期狀況如一直持續下去，因已在市場的廠商有超額利潤，因此會吸引潛在廠商進入市場；圖 6.2.2 的短期狀況如一直持續下去，因已在市場的廠商有虧損，因此會有一部分廠商逐漸退出市場。

此外，與經濟利潤有關的名詞是超額利潤、正常利潤，與虧損，其關係是經濟利潤大於 0 可獲得超額利潤；經濟利潤等於 0 可獲得正常利潤；經濟利潤小於 0 會導致虧損。

## 6.2.2 長期市場均衡

長期而言，完全競爭市場的所有廠商均面對相同的投入要素價格(沒有任何廠商有特殊管道可購得較便宜的投入要素)與生產技術(沒有任何廠商可以再精進其技術而降低成本)，市場完全開放可自由進出。此時，市場中已有許多正在生產的廠商，亦有為數眾多的潛在廠商，雖不在市場中，但隨時可進入市場。當市場有利可圖(經濟利潤大於零)，潛在廠商會立即加入；當廠商生產會虧損(經濟利潤小於零)，已在市場中的部分廠商會退出市場，成為潛在廠商。當廠商無虧、不賺時(經濟利潤等於零，有正常利潤)，便無進出市場的動機，此時即會達長期市場均衡(long-run market equilibrium)。

由上述分析知，當某產品達長期均衡時，市場內所有廠商必定均處於無虧、不賺的狀態。假設市場有  $F$  家廠商，市場均衡時的售價為  $P^*$ ，總銷售量為  $MT^*$ 。如某廠商接受  $P^*$  售價，則會生產  $T^*$  產量，而該產量不論短期或長期均為利潤最大點，即廠商處於短期及長期均衡，且所有投入要素均最佳的使用，如圖 6.2.3 之左圖所示。其中， $LMC$  為長期邊際成本， $LAC$  為長期平均成本。即達長期均衡時，對市場內任一廠商言：

$$P^* = SMC = SAC = LMC = LAC \quad (6-2-1)$$

由於  $P^* = LAC$ ，廠商利潤為 0，市場因而沒有廠商進出。又由於  $F$  家廠商的成本函數相同，水平加總的長期邊際成本(長期供給線)亦交於短期  $D_s$ 、 $S_s$  的交點，即其均衡價格亦為  $P^*$ 。簡言之，市場長期供給曲線  $S_L$  交於短期供給與需求曲線的交點。

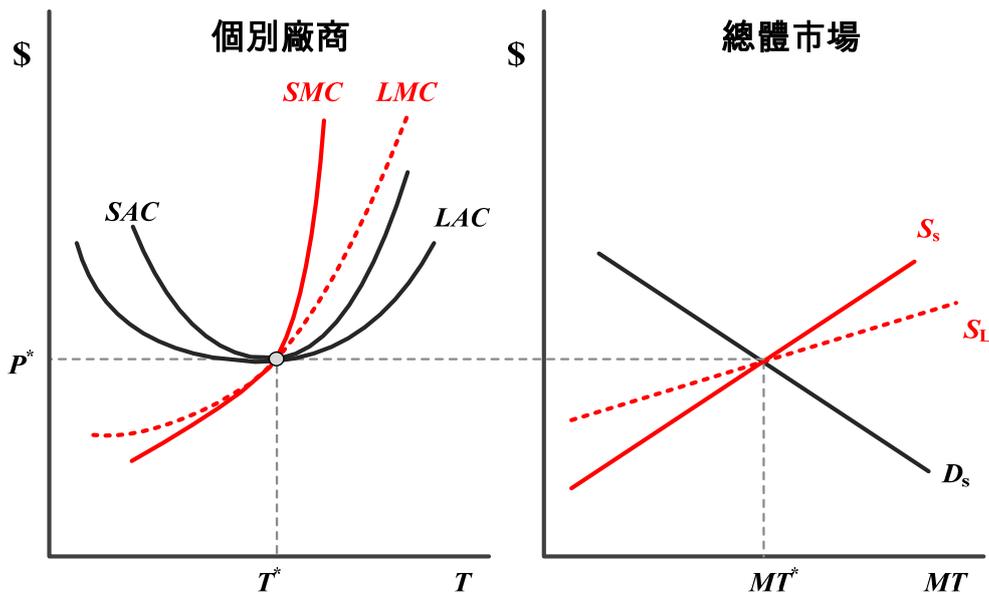


圖 6.2.3 完全競爭市場長期均衡示意圖

圖 6.2.3 的左圖有許多意涵：長期平均成本曲線可以表現生產規模，即廠商變動其資本的投入(如客運業者購車數)來增減產量；短期平均成本曲線則可以表現在生產規模固定不變下的產量增減效果。在達長期均衡下，每個已在市場中的廠商，必須以最適規模(長期， $LMC$  交於  $LAC$  處)且以最有效率的投入要素組合(短期， $SMC$  交於  $SAC$  處)來生產，其成本才能最小，才能在市場決定的  $P^*$  售價下不虧損而持續生產。只要不是最適規模或生產無效率的廠商，其生產成本必大於售價，必會退出市場。

另外，圖 6.2.3 呈現的均衡點是成本等於售價，似指廠商的利潤為 0，如此廠商豈不白忙一場，何不退出市場，把錢放在銀行生利息。其實際的意義是，廠商的生產成本，除廠房、機械、原料等生產要素所有成本外，亦包含固定資產投資額存放銀行的利息、設備的折舊成本，及所有員工的薪資及老闆薪資，因此在該平衡點，廠商會繼續留在市場生產。

現來看市場的供需有變動的狀況。當市場需求突然由  $D_s$  增至  $D_s'$ ，如圖 6.2.4 之右圖。起初市場售價會增至  $P_2^*$ ，短期均衡由 a 移至 b，市場銷售量增至  $MT_2$ ，已在市場的廠商會增產至  $T_2$ 。在售價為  $P_2^*$  狀況下，廠商可以獲利，為  $(P_2^* - sac^*) \times T_2$ ，因有利可圖，因而會刺激潛在廠商進入市場，使短期市場供給曲線向右下移動，如圖 6.2.4 右圖中之  $S_s'$ 。

只要有利可圖，就會持續有新廠商加入，市場產品的供給量便一直擴大，直至售價降至沒有利得為止。沒有利得，表每家廠商最後面臨  $P^* = SAC = SMC$ ，亦即最後所有仍留在市場內的廠商都必須以最有效率的方式經營，而售價將恢復成  $P_1^*$ ，廠商產量恢復成  $T_1^*$ 。市場的短期供給  $S_s'$  與短期需求  $D_s'$  會再度相交於  $P_1^*$  點，均衡點則移至 c。

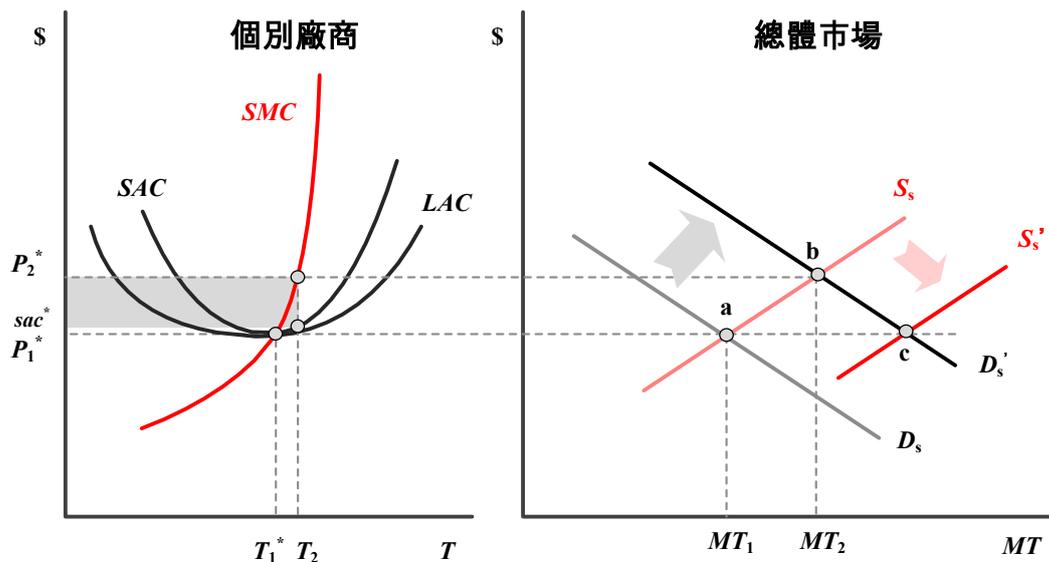


圖 6.2.4 完全競爭市場需求變動的長期均衡示意圖

連接 a、c，可得產業長期的市場供給曲線，如圖 6.2.5 所示，由圖知，長期供給曲線係一水平線。雖然短期市場供給曲線係向上斜，但因不斷有廠商加入，致使市場中的每家廠商均須在長期平均成本最低點上生產，當再有廠商加入使售價更低時，便有廠商退出市場。簡言之，對完全競爭市場言，其長期的市場擴大或縮小，係沿售價  $P_1^*$  水平發展。

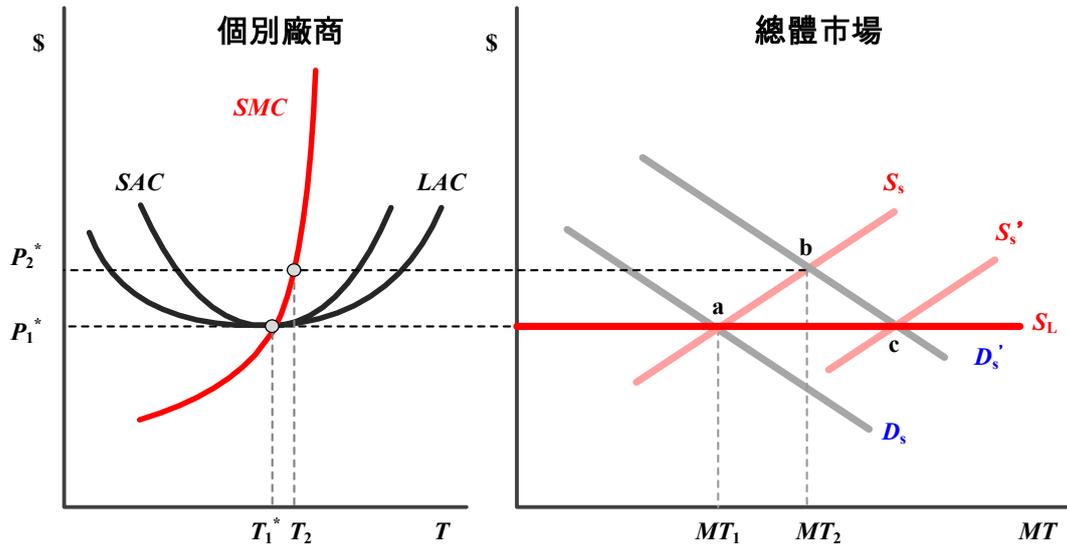


圖 6.2.5 完全競爭市場長期供給曲線示意圖

圖 6.2.5 的右圖指出，完全競爭市場的長期供給曲線為一水平線。該水平線代表的是生產一單位產品的最小平均成本，只要產品不變，技術不變，投入要素價格不變，該條線就會永遠水平。

市場內某廠商產品的最適產量與售價係由市場供需平衡決定，但以圖 6.2.5 的左圖言，某廠商的供給曲線，不論短期或長期均係向上的曲線(邊際成本線)，亦即對某廠商言，其供給線是明確可掌握的，但需求線在那裡?由圖知，決定  $P_1^*$  與  $T_1^*$  的兩條線，一條是 SMC(或未在圖中的 LMC)的供給線，另一條則是由市場延伸進來決定售價的水平線。由此說明完全競爭市場中的每個廠商是看不到也掌握不到需求，所面對的，是一條需求的價格彈性無限大(當該廠商將售價訂得比  $P^*$  高一點，就一個產品也賣不出去)，呈水平的需求線。也就是說，同一條水平線，在市場是長期供給線，對個別廠商則為長期需求線。而該需求線，會隨市場變動而短期垂直平移，當向上移時，廠商短期間有額外利得，會吸引潛在廠商進入市場；當向下移時，廠商短期間有虧損，會有部分廠商退出市場。

### 6.2.3 外部不經濟

上節導得水平的市場長期供給曲線，係假設廠商生產所需的投入要素價格與產業規模無關，事實不然，實際上市場需求增加會影響廠商生產所需投入要素的價格。例如航空需求增加會促使產業擴大，駕駛與空服員薪資因而提高，致使航空業整體成本向上移升。此外，需求增加亦會影響生產技術，例如航空需求增加，會增加空中交通量，產生擁擠，降低生產力。

由以上分析知，外部不經濟(external diseconomies)會對市場長期供給曲線產

生影響，現配合圖示說明之。起初市場處於長期與短期均衡，即圖 6.2.5 上的 a 點。每家廠商的長期平均成本均為  $LAC$ ，而在均衡售價  $P_1^*$  處，經濟利潤為 0。當需求由  $D_s$  增至  $D_s'$ ，短期市場供給由  $MT_1$  增至  $MT_2$ ，即圖 6.2.5 右圖上的 b 點。此時市場處於短期均衡，既有廠商短期獲利為  $(P_2^* - LAC^*) \times T_2$ 。

此種狀況持續下去。由於有經濟利潤，因此吸引新廠商加入，致使供給曲線向右移。但廠商成本因外部不經濟，隨市場擴大而增至  $LAC_1$ ，如圖 6.2.6 左圖，因成本增加，可圖的利潤受限，影響新廠商的加入，市場產品供給量的擴大很快就因沒有利得而停止。換言之，只要有外部不經濟，不論是投入要素價格增加或技術的不經濟，均使產業供給曲線由水平變為上斜的  $ac$  線，如圖 6.2.6 之右圖，此時的市場售價為  $P^{**}$ ，而  $P^{**} > P^*$  (惟對廠商言，其需求曲線仍是水平線)。

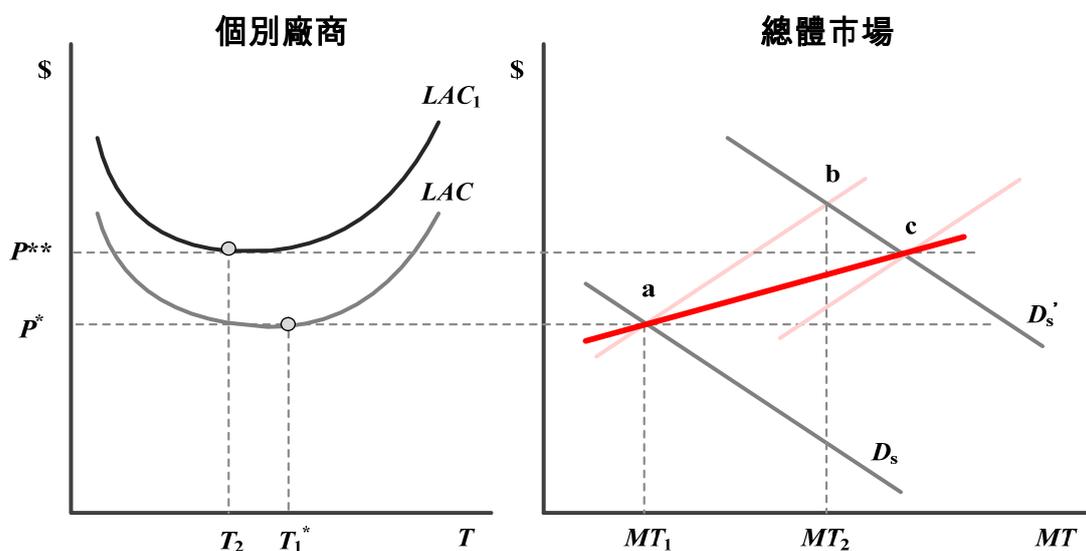


圖 6.2.6 外部不經濟對長期均衡的影響示意圖

## 6.2.4 完全競爭市場的效率

完全競爭市場最重要的經濟結果，是促使資源分派能達最佳。包括所有投入要素均為最佳利用，與所有產品(各種)均有效率在消費者間分派，其結果是社會產生正確的產品生產與消費組合(即各種產品的產量均為最佳)。

所謂投入要素均為最佳利用，包括廠商會將其各投入要素的使用量，置於邊際技術替代率等於投入要素價格比( $MRTS=w/r$ )的均衡點上(最省成本的投入量)，而由於所有廠商的投入要素價格比均同(要素市場價格非廠商能左右，為外生)，因此某家廠商如非最有效率使用要素，其成本必高於其他廠商，在產品售價固定下，其生產必不敷成本而退出市場。

所謂產品有效率的在消費者間分派，指消費者效用最大的最佳產品消費量組合，係邊際產品替代率等於產品售價比( $MRCs=P_A/P_B$ )者。因市場上所有產品售價均固定(完全競爭下由市場決定)，因此消費者對  $A$  產品的消費量都是在從  $A$  獲

得的相對利益等於為  $A$  付出的相對成本處，對  $B$  產品亦然。如果有某一消費者多消費  $A$  而少消費  $B$ ，其效用必低於其他消費者。如此，整個市場不但是生產面，連消費面亦係最有效率。

## 6.3 獨占市場

一個市場，其產品需求的價格彈性愈高( $E=-\infty$ ， $|E|$  為最高)，廠商提高售價的能力愈低，市場力(market power，操縱市場的能力)愈小(如完全競爭市場)。反之，需求的價格彈性愈低，廠商就愈有操縱市場的能力。獨占競爭、寡占、獨占均為不完全競爭的市場結構，其共通的特性是廠商面對產品需求的價格彈性均有限，即需求曲線並非水平，而係向下斜，如圖 6.3.1 所示，隱含廠商均擁有一定的市場力，即提高產品售價不會完全損失其市場占有率。

獨占市場(monopoly markets)是最不競爭的市場，與完全競爭市場恰為兩個互為對比的極端。本節說明其特性。

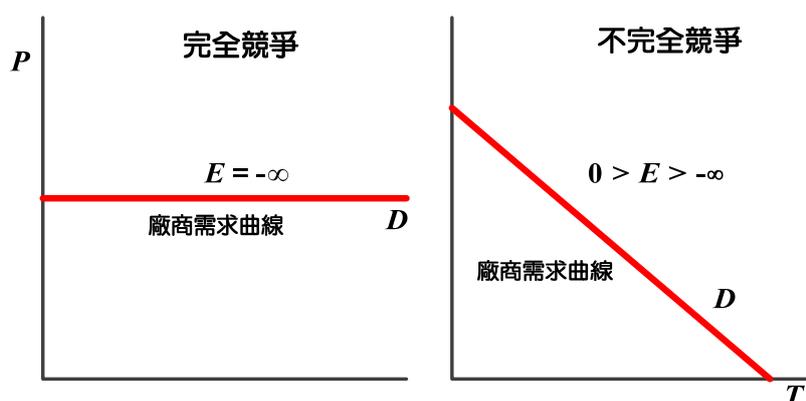


圖 6.3.1 不同競爭程度市場的需求曲線示意圖

### 6.3.1 獨占市場的廠商行為

獨占市場的廠商行為與完全競爭者同，都是在追求最大利潤。數學式可寫成：

$$\text{Max } \pi = PT - STVC - STFC \quad (6-3-1)$$

其中， $\pi$  為廠商利潤， $P$  為產品售價， $T$  為產量(銷售量)， $PT$  為產品銷售收入(= $R$ )， $STVC$  與  $STFC$  分表廠商生產的短期變動成本與短期固定成本。

上式最佳解的條件，亦即市場達均衡的條件，為邊際收入等於邊際成本，即  $MR(=\partial(P T)/\partial T)=MC(=\partial(STVC)/\partial T, \partial(STFC)/\partial T=0)$ 。而邊際收入的數學式可寫成：

$$MR = \frac{\partial(P T)}{\partial T} = P + T \frac{\partial P}{\partial T} = P \left[ 1 + \frac{T}{P} \frac{\partial P}{\partial T} \right] = P \left[ 1 + \frac{1}{E_{T,P}} \right] \quad (6-3-2a)$$

其中：

$$E_{T,P} : \text{產品需求的價格彈性} = \frac{\partial L_n T}{\partial L_n P} = \frac{\frac{\partial T}{T}}{\frac{\partial P}{P}} = \frac{P}{T} \frac{\partial T}{\partial P} \quad \sim (0, -\infty) \quad (6-3-2b)$$

現來說明需求曲線與邊際收入線的關係，如圖 6.3.2 所示。首先來討論需求曲線。所謂的需求曲線  $D$ ，即  $T=f(P)$  的曲線，而在以  $T$  為橫座標、 $P$  為縱座標，如圖 6.3.2 的系統上， $D$  曲線實際上即為  $P=f(T)$  曲線。而由需求曲線可導得邊際收入曲線  $MR=P[1+1/E_{T,P}]$ ，那平均收入曲線  $AR$  為何？平均收入的數學式為  $AR=PT/T=P$ ，換言之，在圖 6.3.2 上，需求線就是平均收入線 ( $AR=D=P$ )，而由數學式  $MR=P[1+1/E_{T,P}] < P=D$  知，當需求曲線並非水平線，而係隨產量向右下斜時，邊際收入線係在需求線之下。

由以上分析知，獨占市場的廠商可以自己決定產量與售價，在以追求最大利潤為目的下，廠商只會增產至  $T_1 (MR=MC)$  即不再增加產量 (完全競爭市場則係以需求線交於供給線，即  $D=AR=MC$ )，而在該產量 ( $T_1$ ) 下，依需求曲線定出市場的售價為  $P_1$ ，如此，可使獨占廠商獲得最大利潤。

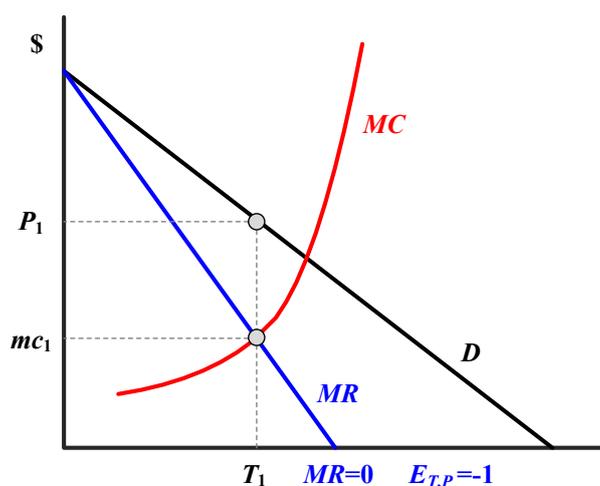


圖 6.3.2 需求曲線與邊際收入線關係圖

### 6.3.2 關於產品需求的價格彈性

前節提到，當需求不再是一條水平線，而是一條隨產量向右下斜的線時，表需求的價格彈性有限。現來說明彈性的定義。 $A$  的  $B$  彈性 (elasticity of  $A$  with respect to  $B$ )，即果 ( $A$ ) 的因 ( $B$ ) 彈性，表  $B$  增加 1%， $A$  增減的百分比。數學式可寫成：

$$E_{A,B} = A \text{ 的 } B \text{ 彈性} = \frac{\partial L_n A}{\partial L_n B} = \frac{\frac{\partial A}{A}}{\frac{\partial B}{B}} = \frac{\partial A}{\partial B} \frac{B}{A} \quad (6-3-3)$$

依上述定義，需求的價格彈性為 $\partial L_n(\text{需求})/\partial L_n(\text{價格})$ ；需求的所得彈性為 $\partial L_n(\text{需求})/\partial L_n(\text{所得})$ 。當 $|E_{A,B}| > 1$ ，稱 $A$ 有 $B$ 彈性( $B$ 增加1%， $A$ 的增減會大於1%)；當 $|E_{A,B}| < 1$ ，則稱 $A$ 無 $B$ 彈性( $B$ 增加1%， $A$ 的增減會小於1%)。

彈性是計量反應。計量(measure)是把彈性的結果用數字表示，即是彈性系數。反應(responsiveness)涉及刺激--反應。刺激有改變，人們的反應是改變行為；彈性計量人們反應的程度。放下經濟學的術語，「彈性」只是描述刺激(打你一巴掌)與反應(你跳得有多高)的模式。事實上，任何彈性計量的公式是：(反應改變的百分比)除以(刺激改變的百分比)。  
--《微觀經濟學入門》，自學書院中譯，2010年。

值得說明者，需求曲線上的每個點，其價格彈性均不同，如表 6-3-1 與圖 6.3.3 所示，分述如下：

表 6-3-1 需求曲線與邊際收入及價格彈性範例

點	$P$	$T$	$E_{T,P}$	$R=PT$	$MR=P(1+1/E)$
a	8	0	-	0	-
b	7	1	-7	7	6
c	6	2	-3	12	4
d	5	3	-5/3	15	2
e	4	4	-1	16	0
f	3	5	-3/5	15	-
g	2	6	-1/3	12	-
h	1	7	-1/7	7	-
i	0	8	-	0	-

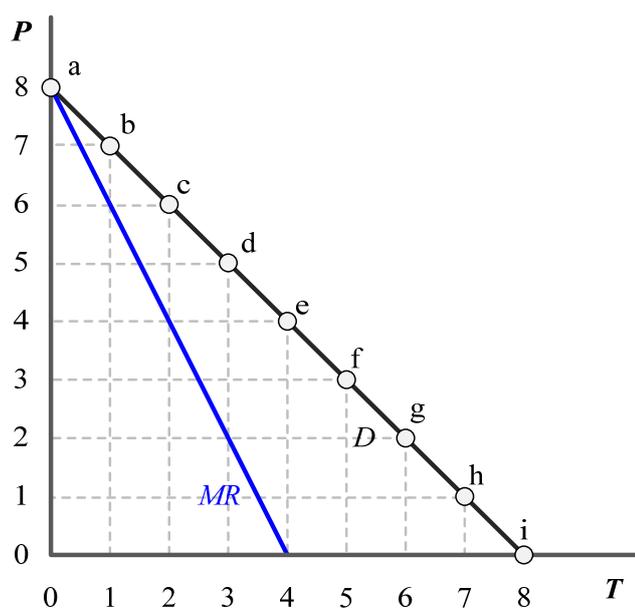


圖 6.3.3 需求曲線與價格彈性示意圖

由圖 6.3.3 與表 6-3-1 知，需求曲線不同位置的價格彈性均不同。當產量至  $T=4$  前(a~d)，有價格彈性 $(-1 > E_{T,P} > -\infty, |E_{T,P}| > 1)$ ，其邊際收入均正，總收入隨產量增加而增加；達  $T=4$  點(e)時，價格彈性 $|E_{T,P}| = 1$ ，邊際收入為 0，總收入不因產量微增而變； $T=4$  點後(f~i)，無價格彈性 $(0 > E_{T,P} > -1, |E_{T,P}| < 1)$ ，邊際收入為負，總收入隨產量增加而下降，追求最大利潤的廠商不會在此一狀態下經營。

當需求線變得越陡斜，彈性數值變得越小，表消費者的反應不是那麼敏感。當需求線接近垂直線，彈性近乎零。當需求線接近水平線，彈性近乎無限大。

如需求線是直線，斜率是固定，情況會怎樣？沿著這條直線上上下下，因為平均價格和平均數量有改變，所以彈性有改變。在需求線頂端，價格高，數量低，所以彈性高。在需求線下端，價格低，數量高，所以彈性低。

-- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

### 6.3.3 獨占市場的效率損失

理想的資源分派係廠商以邊際成本曲線與需求曲線相交的點來決定產量  $T_0$  與售價  $P_0 = mc_0$ ，如圖 6.3.4 所示。在此種狀態下，消費者購買  $T_0$  產品的總效益為  $aT_0bc$ (圖中梯形所圍面積)，付出  $aT_0bP_0$  的代價，淨消費者剩餘(consumers surplus, CS)為  $P_0bc$ ；廠商生產  $T_0$  產品的總成本為  $aT_0b$ (圖中  $MC$  曲線下所圍面積)，銷售  $T_0$  產品共得  $aT_0bP_0$  的收入，淨生產者剩餘(suppliers surplus, SS)為  $abP_0$ ，此種狀態下獲得的  $CS+SS$  的值，係所有生產消費組合中社會總剩餘最大者。

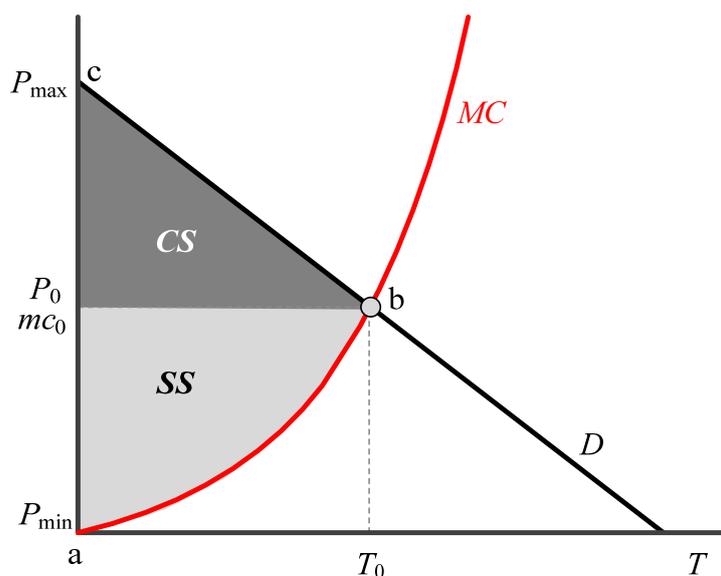


圖 6.3.4 理想的資源分派可得社會總剩餘最大示意圖

淨消費者剩餘中，付出代價  $aT_0bP_0$  好懂(= $T_0 \times P_0$ )，但總效益  $aT_0bc$  為就不好懂了，因為一般讀者不瞭解需求曲線的涵義。需求曲線代表市場中不同消費者對同一產品不同效益認定的組合，有些人認為該產品效益很高，願為該產品付出高的價格( $P_{max}$ )，也有些人認為該產品效益很低，只願付出很低的價格( $P_{min}$ )，需求曲線包含市場中從最高端至最下層的各類消費者，其曲線下的面積，就是把每個消費者認定的效益值(願付出的價格)加總，當然，代表的就是社會的總效益。

獨占市場則會發生資源分派無效率的結果，如圖 6.3.5 所示。獨占市場達均衡時，廠商生產  $T_1$  的邊際成本為  $mc_1$ ，產品市場售價則係由需求曲線決定，為  $P_1$ ，而  $P_1 > mc_1$ 。亦即消費者多購買一單位產品的邊際效益( $P$ )大於廠商多生產一單位的邊際成本( $mc_1$ )，但廠商並不願意增加產量，因為  $T_1$  可使其利潤最大。

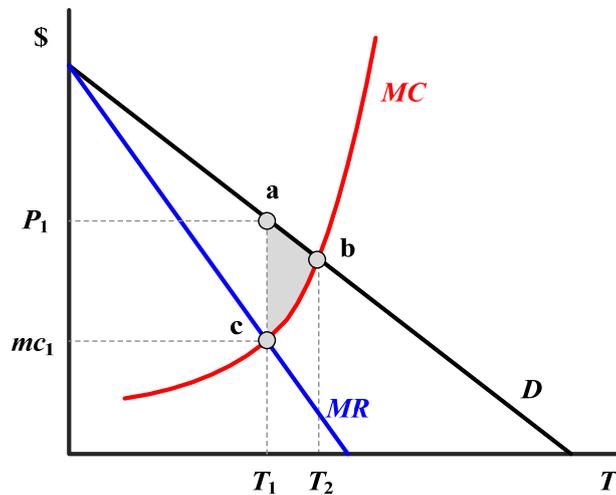


圖 6.3.5 獨占市場的效率損失示意圖

獨占者追求最大利潤的行為，會導致社會生產組合不佳( $T$  不足)。如依邊際成本定價法則(由  $MC$  與  $D$  決定產量  $T$  與價格  $P$ )，廠商應投入更多資源加入生產，使產量達  $T_2$ 。而廠商多生產  $T_2-T_1$  的產品可獲得的額外社會效益為  $aT_1T_2b$ ，多生產  $T_2-T_1$  需付出的額外機會成本為  $cT_1T_2b$ ，兩者加減後，可增加圖中  $abc$  所圍範圍的社會福利或效益，此即獨占廠商追求最大利潤行為下的社會福利總損失。

### 6.3.4 市場力

市場力(market power)係指廠商操縱市場的能力。對獨占市場的廠商言，因其達最大利潤的均衡價格高於邊際成本，因此獨占者享有市場力，現今式(6-3-2a)中的  $MR=MC$  (達均衡的條件)，從新整理可得：

$$\frac{P - MC}{P} = - \frac{1}{E_{T,P}} \quad (6-3-4)$$

式(6-3-4)中， $(P-MC)/P$  可用以代表獨占者的市場力，由公式知，等於價格超過邊際成本的量占價格的比例(參閱圖 6.3.5)，其超過的量占比愈高，表市場力愈大。而由式(6-3-4)的右式知，此一力量來自產品需求的價格彈性，需求愈無價格彈性(接近 0)的市場，獨占者市場力愈大。

影響產品需求的價格彈性的重要因素有兩個，即相近替代產品的多寡，與既有廠商的市場占有率。替代產品愈多、市場占有率愈低者，價格彈性愈大。茲比較不同市場結構下消費者需求的價格彈性與廠商的市場力如下：

- (1) 完全競爭市場：廠商數非常多，每家廠商的市場占有率甚低，產品需求的價格彈性  $|E_{T,P}| = \infty$ ，市場中任何廠商的市場力接近 0；
- (2) 獨占競爭市場：廠商數多，產品有別，但仍近似，其  $|E_{T,P}|$  比完全競爭者小，比獨占者大，廠商的市場力取決於替代產品的數量；
- (3) 寡占市場：廠商數少，其  $|E_{T,P}|$  比完全競爭及獨占競爭者小，比獨占者大，廠商的市場力取決於其在市場的占有率；
- (4) 獨占市場：廠商只一家，市場占有率 100%，價格彈性  $|E_{T,P}|$  最小，因此市場力也最大，基本上，獨占市場的廠商可以直接控制產量與價格。

### 6.3.5 獨占租值

完全競爭與獨占的另一層差異，在於長期獲利的潛力。達獨占均衡時， $P > MC$ ，甚而  $P > ATC$  (長期平均成本)，即獨占者會創造純經濟利潤，稱為獨占租值(monopoly rents)  $= (P_1 - atc_1) \times T_1$ ，如圖 6.3.6 所示。將獨占租值除以投資額即獨占廠商的超額(excess)投資報酬率。而從圖 6.3.6 就可瞭解，為何獨占廠商不以邊際成本定價(即  $MC=D$ )的原因，因在該點，產量較  $T_1$  大，獨占租值卻較  $T_1$  少。

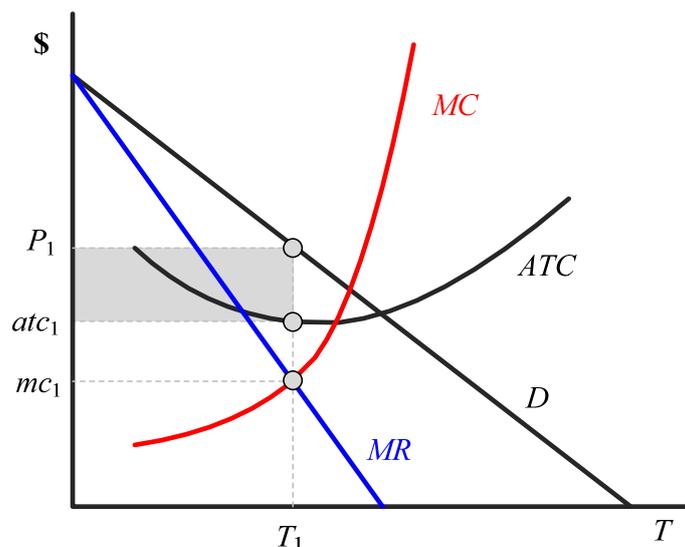


圖 6.3.6 獨占市場的獨占租值示意圖

經濟學術語中，rent 要特別翻譯成租值，不是土地或物業的租金那種日常用語的意思，而是指任何一種生產要素產生的報酬。

-- 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。

獨占廠商看似掌控完全的市場，享有獨占租值，但實務上並非如此，獨占租值會因下列因素而被消耗：

- (1) 維持租值的花費(rent-seeking)：因政府管制而形成的獨占，業者會花錢來維持獨占利益，消耗部分獨占租值；
- (2) 租值的分享(rent-sharing)：獨占產業的勞工，會透過工會爭取提高薪資，以分享獨占租值；
- (3) 事前的投資(capitalization)：獨占權如可買賣，購得獨占權的業者，其預期的獨占租值已先期的以資本投入方式消耗(例如計程車牌照管制下的牌照價值)；
- (4) 生產的無效率(x-inefficiency)：相對於有競爭的狀況，獨占者創新或以更高效率生產的動機低，生產成本會因技術與方法的逐年老舊而提高，消耗獨占租值。

長期而言，獨占必有利潤(租值)，惟須有進場障礙(barriers to entry)，租值方能持續保有。實務上有三種形成獨占的進場障礙：

- (1) 政府管制：祖父條款，即已在市場中者繼續經營，新進入者有許多嚴格條件；
- (2) 控制關鍵投入要素：例如航空業者控制機場起降時間帶(slots)，當所有時間帶均控制在某家手中，即便無進場管制，亦形同實質獨占；
- (3) 大的規模經濟：此種產業需要大量資本投入，龐大資金需求形成新進入者的障礙。

## 6.3.6 獨占市場的差別定價

6.3.1 節說明獨占廠商會以  $MR=MC$  來決定其產品產量  $T$ ，進而決定售價  $P$ ，惟此種狀況係假設單一定價，如市場中有兩群消費者，其需求的價格彈性不同，但廠商生產的邊際成本相同，此時廠商可採差別定價來獲取更高利潤。

假設航空旅客分成商務  $b$  與休閒  $v$  (價格彈性不同) 兩類，其邊際收入分別為：

$$MR_b = P_b \left[ 1 + \frac{1}{E^b} \right] \quad (6-3-5a)$$

$$MR_v = P_v \left[ 1 + \frac{1}{E^v} \right] \quad (6-3-5b)$$

因  $MC$  相同，廠商欲追求最大利潤可令  $MC=MR_b=MR_v$ ，可得：

$$P_b \left[ 1 + \frac{1}{E^b} \right] = P_v \left[ 1 + \frac{1}{E^v} \right] \quad (6-3-6)$$

如果  $E^b$  大於  $E^v$  則  $P_b$  的價格可定得比  $P_v$  高。值得說明者，因為價格彈性  $E$  一般是負值，因此  $E^b$  大於  $E^v$ ，表  $|E^v| > |E^b|$ ，亦即  $b$  的彈性較  $v$  小。

一般言， $0 > E > -\infty$ ， $|E|$  愈小(即愈接近 0)者，代表彈性愈小，而需求函數愈接近水平者，其彈性愈大(完全水平表完全競爭， $|E| = \infty$ )。如  $|E^v| > |E^b|$ ，則差別定價可令  $P_b > P_v$ ，表彈性愈小，定價愈高，如圖 6.3.7 所示。

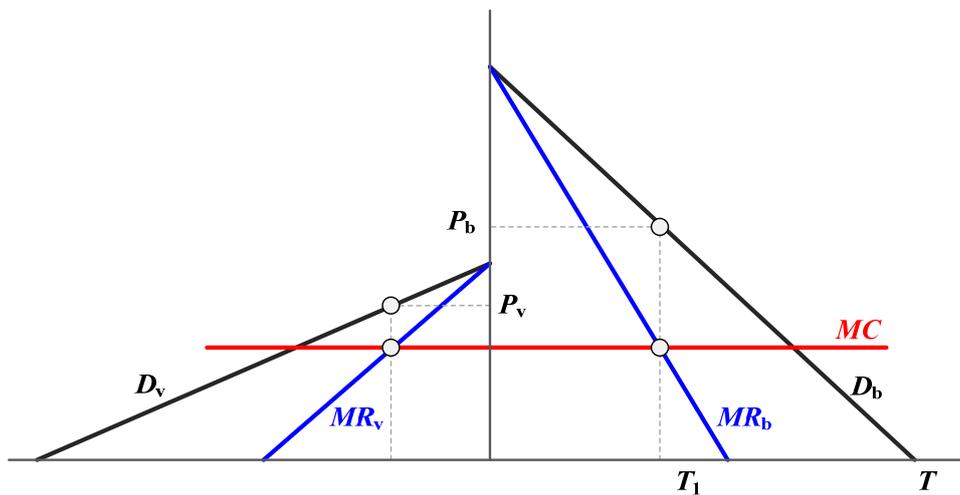


圖 6.3.7 獨占市場的差別定價示意圖

獨占廠商要執行差別定價，須滿足兩個必要條件，即兩個市場的價格彈性不同，且兩個市場可以區隔。市場區隔最明顯的例子係航空的預約票價低而當次票價高。航空的預約票，例如休閒旅次，消費者可數月前規劃，有充裕的時間在許多航空公司間選擇，如果票價過高，甚而可以取消，因為其價格彈性高，因此價格一般較低；商務旅次大多臨時決定，消費者當下只有少數幾家航空公司可以選擇，且非去不可，因為其價格彈性低，因此價格一般較高。

市場區隔不是想當然爾，要能達到實質的效果，作出明顯的區隔，航空公司的操作可供借鏡，其作法如：

- (1) 來回票須間隔 7 天以上(停留天數)：商務旅次通常係短期往返(如兩天)，休閒旅次長度較長(如一週或十天)，航空公司如限定來回票的時間間隔為

7 天以上，就可排除商務旅次，此種票就可以較便宜以吸引觀光客，且不會誤賣給價格彈性低的商務客；

- (2) 預約天數限 14 天(即須取票)：商務旅次通常係短期內決定(如兩天前)，休閒旅次則可長期規劃。航空公司如限定預約票須在 14 天前即須取票，就可以區隔商務旅次或休閒旅次。

### 6.3.7 市場集中度

市場集中度(market concentration)係用來量測市場被少數廠商占有的程度，可藉以推估業者的市場力，令  $MS_i$  表市場中  $i$  廠商的市占率(market share)。目前有二種量測集中度的方式，公式為：

$$CR_4 = \sum_{i=1}^4 (MS_i \times 100) \quad (6-3-7)$$

$$HHI = \sum_{i=1}^n (MS_i \times 100)^2 \quad (6-3-8)$$

其中， $CR_4$  係稱為集中率(concentration ratio)，係選市場中市占率最大的四家，加總其市占率來作為指標，基於此，該指標的最大值為 100。此種指標的辨識度不佳，例如有二種產業，第一種產業市占率最大的四家各占有 5%、5%、5%、45%；第二種產業市占率最大的四家均占 15%，則其  $CR_4$  指標的計算結果如下：

$$CR_4^1 = (5 + 5 + 5 + 45) = 60 \text{—接近獨占}$$

$$CR_4^2 = (15 + 15 + 15 + 15) = 60 \text{—寡占}$$

上例中，二種產業的  $CR_4$  指標值均為 60，但第一種產業明顯偏向一家獨大，較接近獨占的市場結構，第二種產業則為市占率相同的四家，係為寡占。

第二種指標稱為  $HHI$  指標(Hirshman-Herfindahl Index)，係以平方方式，加權突顯出產業中市占率較大的狀況，且該指標係市場中所有廠商均納入計算，不像  $CR_4$  只挑其中較大的四家。依其公式，當市場各家廠商規模均相同時，如有 1,000 家廠商，其  $HHI=1$ ；如有 100 家廠商，其  $HHI=100$ ；當只有 1 家(獨占)時，其  $HHI=10,000$ 。由此知，該指標的最大值為 10,000。

### 6.3.8 獨占市場的管制與效果

有些獨占是自然形成的，稱自然獨占(natural monopoly)，其與非自然獨占的差異包括(參閱圖 6.3.8)：

- (1) 需要很大產量方達規模經濟(economies of scale)；
- (2) 需求一般會在  $AC$  (平均成本曲線)向下段即穿過  $AC$  曲線；

- (3) 廠商一般係在  $AC$  向下段經營，亦即係在規模報酬遞增狀態下經營；  
 (4) 自然獨占的社會福利損失大於其他種獨占(圖 6.3.8 中三角形面積)。

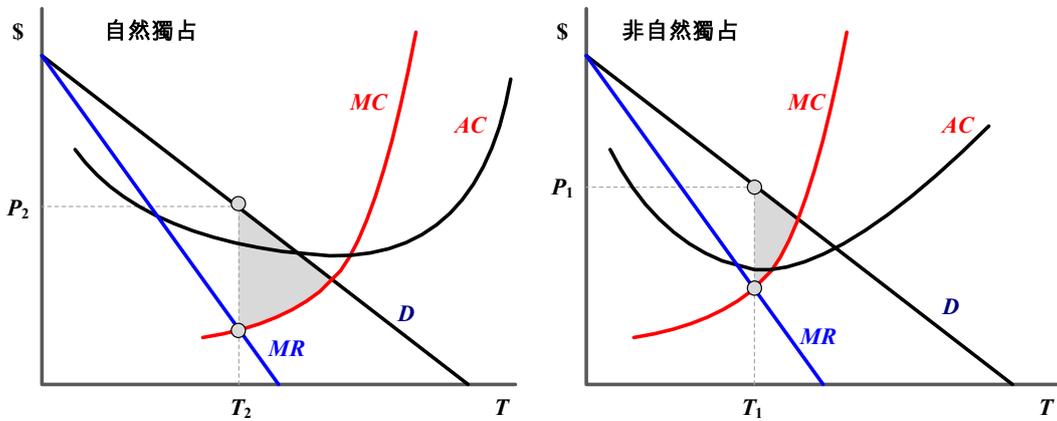


圖 6.3.8 自然獨占與非自然獨占市場比較圖

由於自然獨占者會在  $MR=MC$  點生產與定價，導致很大的社會福利損失，因此政府對自然獨占負有管理之責。

本節說明對獨占(自然獨占與非自然獨占)市場的管制方式及可能獲得的效果。除收回自營外，政府的管制方式包括定價(最佳定價與次佳定價)與課稅(定額稅與加值稅)，以下分別說明之。

## 1. 定價

本節首先說明最佳定價的原理及其可能的效果，其次說明幾種次佳定價的方法及其可能的效果，依序為平均成本定價、經營比法定價，與服務價值定價。

### (1) 最佳定價--邊際成本定價

邊際成本定價法係最佳定價(first-best pricing)，如圖 6.3.9 所示，其公式為：

$$P=AR(=D)=MC \quad (6-3-9)$$

由前節的分析知，獨占市場的廠商以追求最大利潤為目標，因而會將價格定在邊際收入與邊際成本的交點上(圖 6.3.9 上的 a 點)，即  $P=P_2$ ， $T=T_2$ ，惟會導致產量較低，價格較高，社會福利較低的結果，此時就需要政府介入，以管制定價的手段來導正。

管制定價最理想的結果，就是要求業者將價格定在需求( $D$ )與邊際成本( $MC$ )的交點上(圖上的 b 點)，即  $P=P_1$ ， $T=T_1$ ，再由政府編列預算補貼其虧損(平均成本  $ac_1$  至  $P_1$  的差)。其優點是可令業者朝有效率經營，其投資亦可獲正常報酬率。

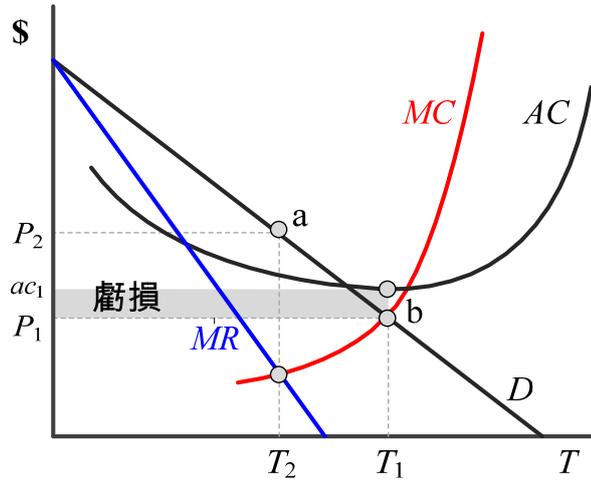


圖 6.3.9 邊際成本定價示意圖

如某運輸產業有大的規模經濟，則在此種定價下，運量會較大，票價較低，消費者可得較大利益。其缺點是如有大的沉入成本，易造成廠商財務虧損，因而需要補貼。此外，價格的變動會較頻繁，執行上亦必須全面施行(例如，國道 1 號線與 3 號線的收費應一致)，而通常所定的價格，即便在補貼狀況下亦無法回收其建造成本，致設備重置困難，例如鐵路運輸的軌道、電力線等基礎設施，其重置通常需由政府專案補助，而不能藉一般營運成本的補貼來達成。

## (2) 次佳定價--平均成本定價

平均成本定價法又稱為合理報酬率法(rate-of-return regulation)，如圖 6.3.10 所示，其定價公式為：

$$P=AR(=D)=AC \quad (6-3-10)$$

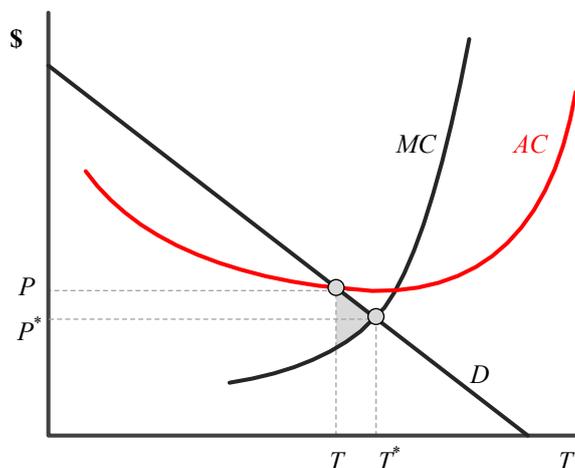


圖 6.3.10 平均成本定價示意圖

平均成本定價法允許業者將價格定在平均成本上，是對自然獨占最常用的管制方式。其優點是不會造成虧損，不需補貼，且價格穩定。此外，業者的利潤為0( $\pi=0$ )，業者只能獲得正常投資報酬，無獨占租值。缺點是較無效率(其社會福利損失為圖 6.3.10 中三角形面積)，且產量較低，價格亦可能較高(因有很龐大的沉入成本)。此種定價法適合鐵路運輸業。

### (3) 次佳定價--經營比定價

經營比定價法可以下列最佳化定式表示：

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi &= TR - TC \\ \text{s.t. } \quad \pi/TC &\leq \theta \end{aligned} \quad (6-3-11)$$

其中：

$$\begin{aligned} TR &= \text{總收入} = P \times T; \\ TC &= \text{總成本}; \\ \theta &= \text{加成比。} \end{aligned}$$

由上式的限制式知， $(TR - TC)/TC \leq \theta$ ，可得  $TR \leq (1 + \theta)TC$ 。又由於  $P \times T = TR$ ，因此可得最大售價(等式成立時)：

$$P_{\max} = AC(1 + \theta) \quad (6-3-12)$$

其中， $AC = TC/T$ ，為平均成本。

由於所定的價格係平均成本加上一個加成比，故本法又稱為成本加成法(cost-plus)，如圖 6.3.11 所示。

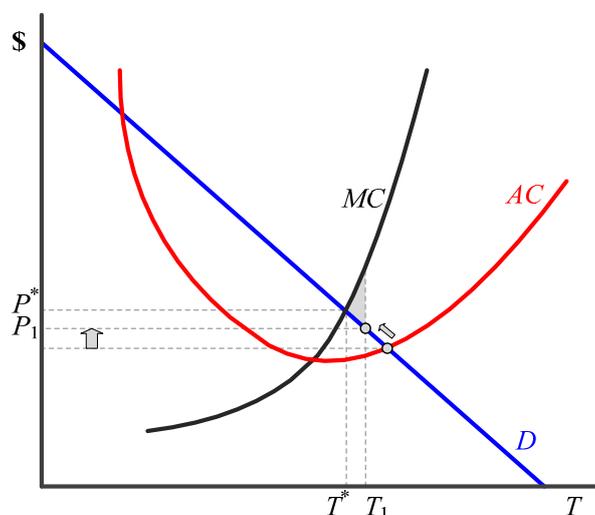


圖 6.3.11 經營比定價示意圖

適用經營比定價法的產業，其特性係變動成本曲線相當貼近總成本曲線，亦即固定資本占總成本比例較少，例如運輸業的公路汽車客、貨運業。此種產業若以投資報酬率來管制，則稍有估算誤差即會令業者無法接受。

經營比定價法的管制效果，包括會限制業者的利潤不超過營業費用某百分比，不會造成資本的誤用，但其缺點是業者會因而沒有降低營運成本的意願。實務上美國州際商務委員會(Interstate Commerce Commission, ICC)係定義公路貨運業經營比(收入/成本)為 1.075 (成本/收入=93%)，相當於投資報酬率約 20~40%。

茲將經營比法與合理報酬率法作一比較，如表 6-3-2 所示。

表 6-3-2 經營比與合理報酬率定價的比較

項目	經營比	合理報酬率
計算公式	$R=E(1+\theta)$	$R=E+(K-D)S$
經營風險	營業支出	固定資產
固定資產評價	不需要	易生爭議
費率基礎決定	不需要	易生爭議
利潤	$\theta E$	$(K-D)S$
適用的運輸業	公路汽車客貨運	鐵路客貨運

註：K=資本；D=折舊總數；S=投資報酬率。

資料來源：張有恆，「運輸經濟學」。

#### (4) 次佳定價--服務價值定價-Ramsey Pricing

服務價值定價法係指 Ramsey 定價(Ramsey pricing)法，其最佳化定式為：

$$\begin{aligned} & \text{Max } CS \text{ (consumer surplus)} \\ \text{s.t.} \quad & \pi = 0 \text{ (or } \pi = \pi_0) \end{aligned} \quad (6-3-13)$$

其可導得最佳解為：

$$\frac{P_i - MC_i}{P_i} = \frac{\lambda}{E_i} \quad (6-3-14a)$$

其中：

- $P_i$  : 產品 i 售價；
- $MC_i$  : 產品 i 之邊際成本；
- $\lambda$  : 常數；
- $E_i$  : 產品 i 需求的價格彈性。

$$E = \frac{\partial \ln T}{\partial \ln P} = \frac{P}{T} \frac{dT}{dP} \quad (6-3-14b)$$

服務價值定價法適用於單一廠商生產多種產品的狀況，係在業者不虧損下 ( $\pi=0$  為限制式)，求消費者剩餘最大，其特性係會依需求的價格彈性定價，彈性低者，價格高，相當於由  $P=MC$  處等比例增減各產品產量，直到  $\pi=0$ 。

茲以範例來說明。現有一自然獨占廠商推出二產品 ( $T_1, T_2$ )，其成本為  $C=1800+20T_1+20T_2$ ；其有二市場，需求彼此獨立，分別是  $T_1=100-P_1$ ； $T_2=120-2P_2$ 。如以邊際成本定價，可得  $P=P_1=P_2=MC_i=20$ 。惟此一售價只能抵補變動成本，無法涵蓋固定成本 1800。此種狀況可以 Ramsey 定價法求得消費者剩餘最大的解。惟式(6-3-14a)係最佳解具備的特性，無法直接用以定價。所幸有其他簡單的方式為之。

要令  $TR=TC(\pi=0)$ ，有二種方法，方法一係由邊際定價的均衡點等比例改變價格(縱軸移動)，直到  $TR=TC$ ，如圖 6.3.12 之左圖；方法二係由邊際定價的均衡點等比例改變產量(橫軸移動)，直到  $TR=TC$ ，如圖 6.3.12 之右圖，茲綜合整理此二種定價的比較如表 6-3-3 所示。

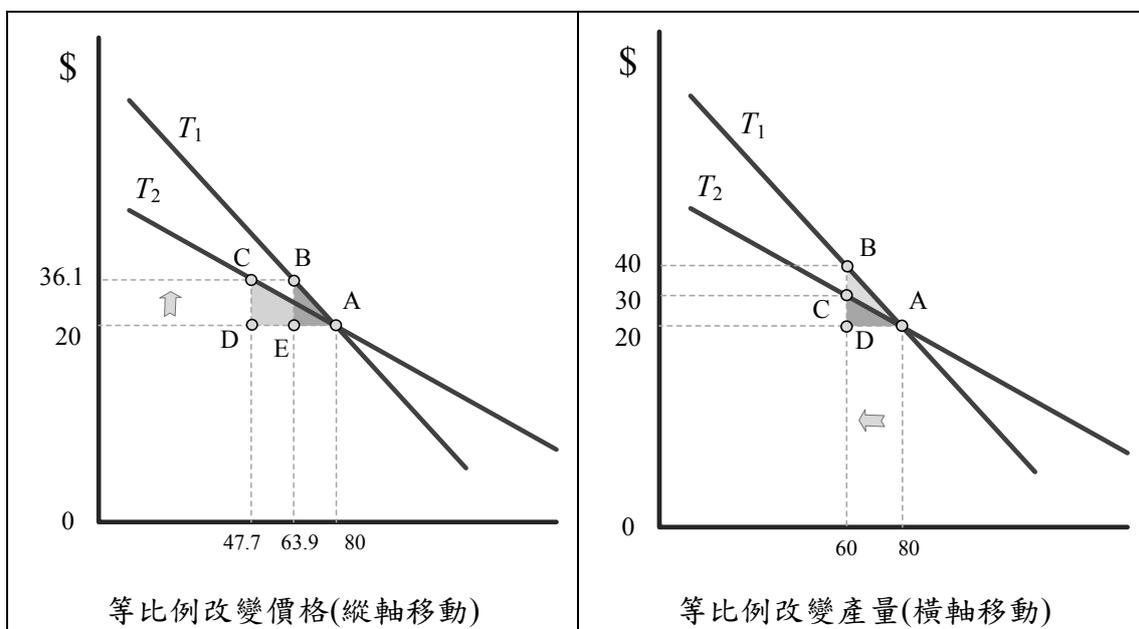


圖 6.3.12 兩種服務價值定價示意圖

由表 6-3-3 與圖 6.3.12 之左圖知，等比例改變價格(縱軸移動)的定價，可得  $P_1=P_2=36.1$ ； $T_1=63.9$ ， $T_2=47.7$ ，且  $TC=1800+20T_1+20T_2=4032=TR$ 。此種定價的消費者剩餘損失， $T_1$  為 130( $\Delta ABE$  的面積)， $T_2$  為 260( $\Delta ACD$  的面積)， $\Delta CS=130+260=390$ ；由圖 6.3.12 之右圖知，等比例改變產量(橫軸移動)的定價，可得  $P_1=40$ ， $P_2=30$ ； $T_1=T_2=60$ ，且  $TC=TR$ 。此種定價的消費者剩餘損失， $T_1$  為 200( $\Delta ABD$  的面積)， $T_2$  為 100( $\Delta ACD$  的面積)， $\Delta CS=200+100=300$ 。

表 6-3-3 兩種服務價值定價的比較

項目	等比例改變價格	等比例改變產量
$T_1$	63.9	60
$T_2$	47.7	60
$P_1$	36.1	40
$P_2$	36.1	30
$\lambda_1$	-0.252	-0.333
$\lambda_2$	-0.675	-0.333
$\Delta CS$	390	300

現分別以式(6-3-14)來計算。等比例改變價格(縱軸移動)的定價，式(6-3-14b)代入  $P, T$  值，得：

$$E_1=36.1/63.9 \times (-1)=-0.5649$$

$$E_2=36.1/47.7 \times (-2)=-1.5136$$

式(6-3-14a)代入  $P, T, E$  值，得：

$$\lambda_1=-0.252$$

$$\lambda_2=-0.675$$

亦即  $\lambda$  對兩產品並非常數，此種等比例的效果不符 Ramsey 定價法的特性。

等比例改變產量(橫軸移動)的定價，式(6-3-14b)代入  $P, T$  值，得：

$$E_1=40/60 \times (-1)=-2/3$$

$$E_2=30/60 \times (-2)=-1$$

式(6-3-14a)代入  $P, T, E$  值，得：

$$\lambda_1=-1/3$$

$$\lambda_2=-1/3$$

亦即  $\lambda$  對兩產品為常數，此種等比例的效果符合 Ramsey 定價法的特性。

## 2. 課稅

政府對獨占廠商課稅，其種類主要分成定額稅與加值稅，分述如下：

### (1) 課徵定額稅

定額稅(lump-sum tax)相當於廠商的固定成本，課徵定額稅會改變廠商的平均成本曲線(由  $AC$  變為  $AC'$ )，但不改變邊際成本曲線，如圖 6.3.13 所示。

此種課稅的結果，社會福利的損失仍在(圖中斜線部分)，而廠商生產行為並不會改變(追求最大利潤下，仍會以邊際收入交於邊際成本決定生產  $T_1$ )，但廠商的獨占租值會因為課稅而完全流失，而由政府取得。

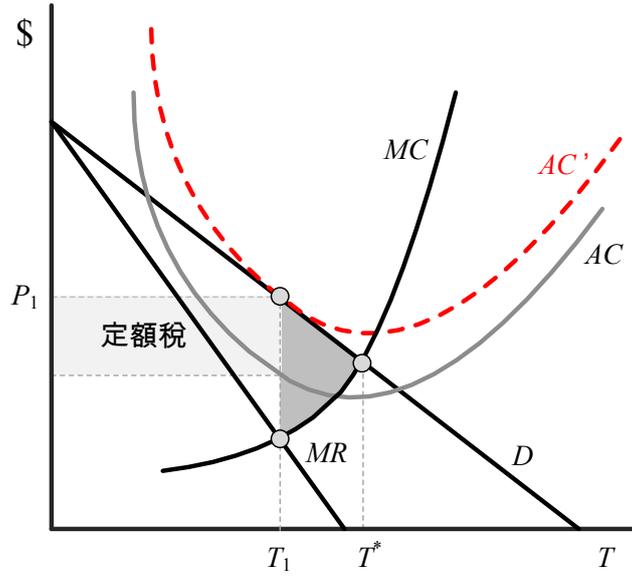


圖 6.3.13 課徵定額稅的效果示意圖

## (2) 課徵增值稅

增值稅(per-unit tax)相當於廠商的變動成本，係對每一產品售價外加的稅。課徵增值稅會改變廠商的平均與邊際成本曲線，致廠商的生產行為會改變。

此種課稅的結果，社會福利的損失不但仍在且變大(圖中斜線部分)，而為追求最大利潤，廠商仍會以邊際收入交於邊際成本決定生產，但因邊際成本曲線改變，因此產量會由  $T_1$  變為  $T_2$ (產量變少)，價格由  $P_1$  變為  $P_2$ (價格變貴)，且廠商亦仍有獨占租值( $P_2$  與  $AC'$  間的價差乘以  $T_2$ )，如圖 6.3.14 所示，其結果相當於政府加入廠商來聯合剝削民眾。

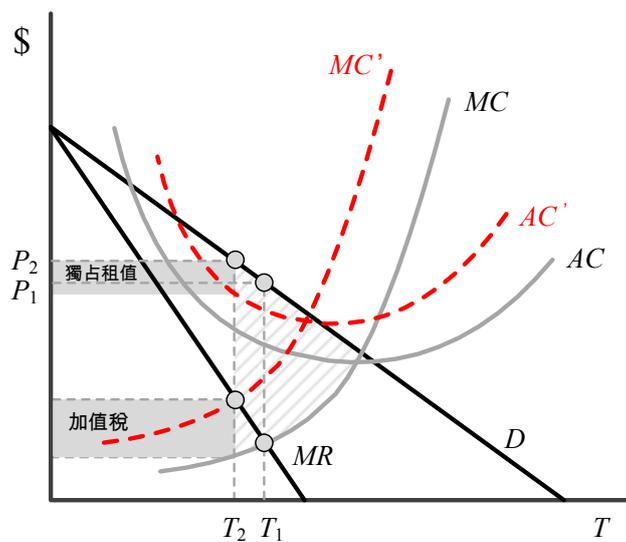


圖 6.3.14 課徵增值稅的效果示意圖

## 6.4 獨占競爭市場

獨占競爭市場(monopolistic competition markets)亦為不完全競爭的市場結構，其特性是廠商所生產的產品在市場上狀似獨占，但實際上消費者可有許多不同但類似的替代產品可選。此種市場介於完全競爭與獨占兩個極端之間，當只有一家廠商且無替代產品時，即為獨占市場；當有一些廠商，生產不同但相似的產品時，即為獨占競爭市場；當有甚多家廠商且產品均相同時，即為完全競爭市場。

獨占競爭市場結構下的廠商有特定的行為，本節說明之。

### 6.4.1 獨占競爭市場內涵

獨占競爭市場有  $n$  個獨占廠商，生產不同但相似的產品。消費者對  $i$  產品願意支付的價格同時受  $i$  產品的產量及其他相近產品的產量影響，其產品的價格可寫成產品的反需求函數(inverse demand function)型式：

$$P_i(T_i; T_{-i}) \quad (T_{-i} = \sum_{j \neq i} T_j) \quad (6-4-1)$$

其中：

- $P_i$  : 產品  $i$  的售價；
- $T_i$  : 產品  $i$  的產量；
- $T_{-i}$  : 產品  $i$  以外，其他替代產品的產量。

每家廠商均想使利潤最大，即會選擇產量  $T_i$ ，使  $\pi = P_i(T_i; T_{-i})T_i - C_i(T_i)$  最大。不幸的， $i$  廠商除面對消費者對售價的反應外，亦面對其他廠商的產量。如何猜測其他廠商的行為？一般係假設其他廠商會按兵不動，數學式為：

$$\text{Max } \pi_i = P_i(T_i; T_{-i})T_i - C_i(T_i) \quad (T_{-i} = \sum_{j \neq i} T_j) \quad (6-4-2a)$$

$i$  廠商追求最大利潤均衡解的必要條件為  $d\pi_i/dT_i=0$ ，可得：

$$P_i(T_i^*, T_{-i}) + P'_i(T_i^*, T_{-i}) T_i^* = C'_i(T_i^*) \quad (6-4-2b)$$

但對市場中  $n$  個廠商言，均要求解式(6-4-2)以求利潤最大，即市場的均衡係要解下列聯立式：

$$P_1(T_1^*, T_{-1}) + P'_1(T_1^*, T_{-1}) T_1^* = C'_1(T_1^*) \quad (6-4-3a)$$

$$P_2(T_2^*, T_{-2}) + P'_2(T_2^*, T_{-2}) T_2^* = C'_2(T_2^*) \quad (6-4-3b)$$

□

$$P_n(T_n^*, T_{-n}) + P'_n(T_n^*, T_{-n}) T_n^* = C'_n(T_n^*) \quad (6-4-3n)$$

## 6.4.2 獨占競爭市場的短期均衡

對廠商  $i$  言，短期均衡是  $MR=MC$ 。但如果有短期利潤，就會有其他相似產品廠商加入生產。 $i$  廠商會發現，在其訂的售價下賣不到預期的量，如圖 6.4.1 所示。亦即因有其他廠商加入，個別廠商面對的需求好像變少，因此產品  $i$  的需求曲線會向內移，而短期間，廠商仍可獲利，如圖中陰影範圍。

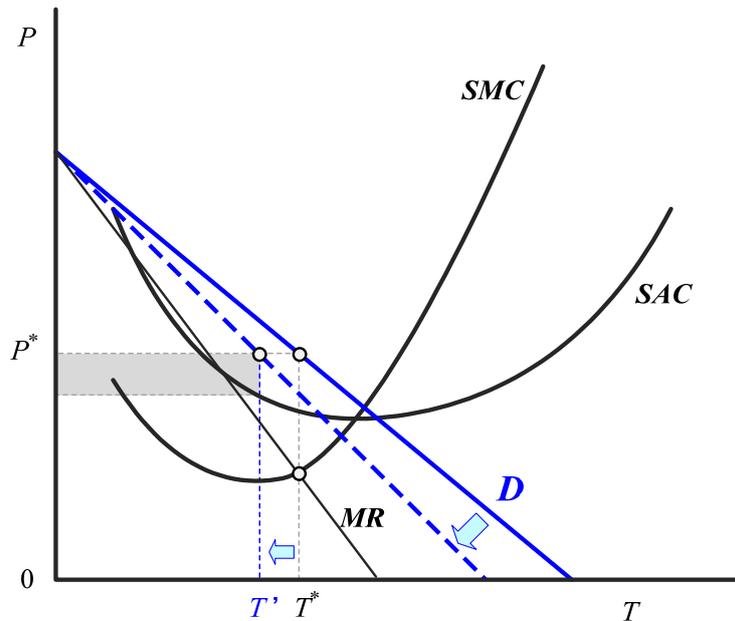


圖 6.4.1 獨占競爭市場的短期均衡示意圖

## 6.4.3 獨占競爭市場的長期均衡

長期下來，有利可圖的產品會一直吸引其他廠商加入生產(相近產品)，直到無利可圖為止(圖 6.4.1 中的陰影面積因需求曲線一直下移而完全消失)。即  $P_i(T_i; T_i)T_i - C_i(T_i) = 0$ ；或  $P_i^* = C_i(T_i) / T_i^* = AC_i$ ，換言之，每個廠商所訂的售價，最後必等於其生產的平均成本。其演變的過程，是依所訂售價，因有利可圖，因此相近產品不斷加入，使其產品的銷售量逐漸降低，最後，廠商的收入會等於其生產的成本，換算下來，平均每一單位產品的成本(AC)，恰等於其售價(P)，而在沒有超額利潤下就不會有相近產品的加入而形成均衡，如圖 6.4.2 所示。

獨占競爭市場的每個廠商均想在其需求函數上找最大利潤點來經營，能獲利，就代表  $P > AC$ ，但廠商都找不到此一經營點，每家廠商面對的需求曲線，必切於其平均成本線，其切點就是最後的市場均衡點，在該點，沒有廠商有額外的利潤。

由以上說明可知，獨占競爭市場的重要特性係只要需求曲線斜率為負，廠商必會在遞增規模(趨向但未達最小平均成本)狀態下經營，長期下來，廠商會保有剩餘容量，即一直未達經濟規模。

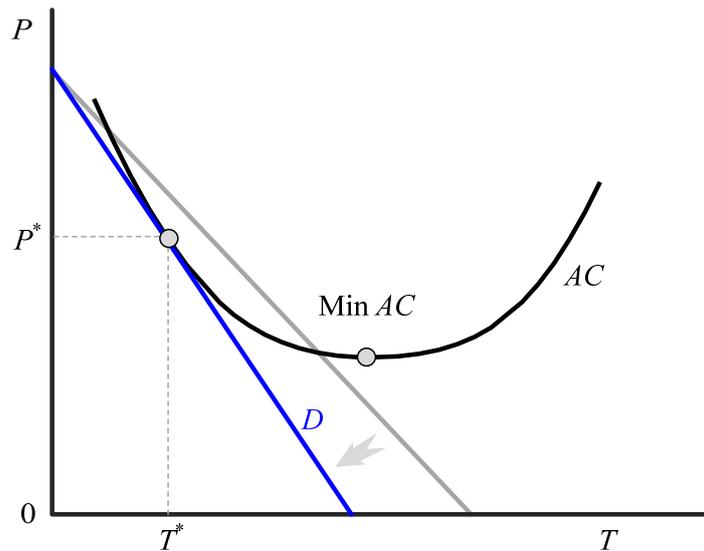


圖 6.4.2 獨占競爭市場的長期均衡示意圖

綜合言，獨占競爭市場有下列特性：

- (1) 因產品異質，故具有價格決定力，即具獨占特質；
- (2) 因產品有許多相近的替代品及潛在競爭者，亦具競爭特質；
- (3) 短期與獨占廠商行為同，利潤可能為正、負或零；
- (4) 長期利潤必為零，且廠商生產會保有剩餘容量，一直未達經濟規模；
- (5) 通常係以非價格戰的方式擺脫相近替代品的跟隨。

## 6.5 寡占市場

寡占市場(oligopoly markets)係極少數廠商生產同一種產品，每家均有相當大的市場占有率，每家的行動均會影響其對手。

寡占廠商不是完全競爭市場的價格接受者(price-takers)，也不是獨占市場的價格訂定者(price-maker)，而是價格探詢者(price-searchers)。其有許多模式，模式間的差異在於如何描繪對其他廠商可能行動的猜測。本節說明各種寡占模式的模化理念及特性。

### 6.5.1 寡占市場的模式

本節介紹幾種寡占市場的模式，包括 Cournot-Nash、Stackelberg、Collusion 等，假設市場中只有二家廠商。

#### 1. Cournot-Nash

Cournot-Nash 模式係雙方均假設對手是市場的領頭者(leader)，而自己則是市

場的追隨者(follower)，即別人是大哥，自己是小弟。廠商係看對手生產多少數量，才決定自己的產量，即模式係假設對手不會隨自己的行為而動(相反的，是自己會隨對手的行為而改變)。如此一來一往，直到雙方均覺得再改變生產策略亦於事無補時，即達成均衡。廠商自己的行為，在追求最大利潤下，其數學式為：

$$\text{Max } \pi_1 = P(T_1+T_2)T_1 - C_1(T_1) \quad (6-5-1)$$

其中：

$P$ ：產品的售價，決定於市場上的總產量  $T_1+T_2$ ；

$T_1$ ：廠商自己的產品產量；

$T_2$ ：其他廠商同一產品的產量。

$C_1$ ：廠商自己的生產成本，為產量  $T_1$  的函數；

上式的均衡解可以寫成  $T_1^* = \phi_1(T_2)$ 。亦即廠商自己的產量，係要看對手生產多少才會決定。相同的，對手的均衡解可以寫成  $T_2^* = \phi_2(T_1)$ 。同時達平衡的結果， $T_1^* = \phi_1(T_2^*)$ ， $T_2^* = \phi_2(T_1^*)$ 。

## 2. Stackelberg

Stackelberg 模式係假設自己是領頭者，對手是追隨者，即自己是大哥，別人是小弟。模化時，係假設對手的反應已知(必跟隨自己而動)，數學式為：

$$\text{對手：Max } \pi_2 = P(T_1+T_2)T_2 - C_2(T_2)$$

$$\text{可解得：} T_2 = \phi(T_1) \quad (\text{追隨者, follower}) \quad (6-5-2a)$$

$$\text{自己：Max } \pi_1 = P(T_1+\phi(T_1))T_1 - C_1(T_1) \quad (\text{領頭者, leader}) \quad (6-5-2b)$$

式(6-5-2b)中，對手的產量假設已知，即代入  $T_2 = \phi(T_1)$ ，致式中只有一個變數  $T_1$ ，均衡解  $T_1^*$  可由必要條件  $d\pi/dT_1=0$  求得，對手的均衡解則為  $T_2^* = \phi(T_1^*)$ 。

當兩家廠商均想當追隨者，且都猜對手是領頭者(爭做小弟)時，Stackelberg 模式會變成 Cournot-Nash；當兩家都想當領頭者(爭做大哥)時，則模式無定解。

## 3. Collusion

Collusion 模式係假設兩家勾結，聯合決定產量與價格。此種狀況下市場相當於只有一家廠商，但有兩個工廠。模化上係求整個家族利潤最大，數學式為：

$$\text{Max } \pi = (\pi_1 + \pi_2) = P(T_1+T_2)(T_1+T_2) - C_1(T_1) - C_2(T_2) \quad (6-5-3a)$$

上式的均衡解可由必要條件  $d\pi/dT_1=0$  及  $d\pi/dT_2=0$  求得，數學式分別為：

$$P'(T_1^*+T_2^*)(T_1^*+T_2^*) + P(T_1^*+T_2^*) - C_1'(T_1^*) = 0 \quad (6-5-3b)$$

$$P'(T_1^*+T_2^*)(T_1^*+T_2^*) + P(T_1^*+T_2^*) - C_2'(T_2^*) = 0 \quad (6-5-3c)$$

上二式的第一與第二項完全相同，整理後可得均衡解條件為：

$$C_1'(T_1^*)=MC_1(T_1)=MC_2(T_2)=C_2'(T_2^*) \quad (6-5-3d)$$

亦即兩家的最適產量由其成本函數決定。

上述的狀況是兩家如一家的狀況，但商場上爾虞我詐，實務上個別廠商都可能為求其個別的利益而背約。如勾結的某一家偷偷增產，並假設對手不知，會獲得何種結果？現重組式(6-5-3b)的最佳解條件：

$$P'(T_1^*+T_2^*) T_1^* + P(T_1^*+T_2^*) - C_1'(T_1^*) = -P'(T_1^*+T_2^*) T_2^* \quad (6-5-4)$$

上式左側為廠商 1 的邊際利潤函數，而因  $P'(T_1^*+T_2^*)$  恆負，故右式恆正(廠商處於邊際利潤大於 0 的階段)，亦即增加 1 單位產量會有正的利潤。由此知，廠商 1 偷增產，確會增加利潤，但有如此作為就會導致勾結破裂。簡言之，廠家數少時，可互相監督，維持勾結；廠家數多時，很難維持勾結。

## 6.5.2 通案模式

由前節幾種寡占模式的內涵知，各模式間的差異在於對其他廠商可能行動的猜測。現介紹一種專門在模化廠商間相互猜測的模式，稱為猜測變量(Conjectural Variations)模式，係一通案模式(general models)，包括 Cournot-Nash、Stackelberg、Collusion 等模式均為其特例，本節說明之。

寡占的數學式可寫成：

$$\text{Max } \pi = P(T)t - C(t) \quad (6-5-5a)$$

其中：

- $P$ ：產品的售價；
- $T$ ：產品的市場總產量；
- $t$ ：產品的某廠商產量。

其最佳解的條件為  $d\pi/dt=0$ ，整理可得：

$$P(T) + (dP(T)/dt) t - C'(t) = 0 \quad (6-5-5b)$$

上式中：

$$dP(T)/dt = [dP(T)/dT][dT/dt] \quad (6-5-6)$$

其中：

- $dP(T)/dt$ ：稱為廠商的猜測(conjecture)；
- $dP(T)/dT = P'(T)$ ：總產量變化對售價的影響；
- $dT/dt$ ：個別廠商產量的變化對總產量的影響。

令  $dT/dt$  等於  $k$ ，稱為廠商的猜測變量，則可改寫最佳解的條件為：

$$P(T) + P'(T)kT - C'(t) = 0 \quad (6-5-7)$$

只要改變  $k$  的值，即可獲得不同的模式，包括：

- (1)  $k=0$ ：完全競爭市場模式，廠商相信總產量受其增產的影響是微乎其微；
- (2)  $k=1$ ：Cournot-Nash 模式，廠商相信其他對手不會動，故其產量增加 1 單位的結果，是總產量增加 1 單位；
- (3)  $k=dT(t)/dt$ ：Stackelberg 模式， $T(t)$  表其他對手的反應。廠商相信其他對手完全依自己的決定來改變產量，整個市場產量的變化，完全決定於自己產量的變化；
- (4)  $k=T/t$ ：Collusion 模式，即最佳解的必要條件為： $P(T) + P'(T)T - C'(t) = 0$ 。

### 6.5.3 寡占市場範例

現以一範例來展現寡占市場不同模式的差異。首先假設市場有兩家廠商生產相同的產品，其條件如下：

$$\text{成本面 } C_1(T_1) = cT_1 + d \quad (6-5-8a)$$

$$C_2(T_2) = cT_2 + d \quad (6-5-8b)$$

$$\text{生產面 } P(T) = a - bT \quad (6-5-9)$$

其中， $T = T_1 + T_2$ ； $a, b, c, d > 0$ 。

式(6-5-9)稱為反需求(inverse demand)函數，係以價格為產量的函數來呈現。

#### 1. Cournot-Nash

將供需條件代入兩家廠商的目標式，得：

$$\text{Max } \pi_1 = [a - b(T_1 + T_2)]T_1 - cT_1 - d \quad (6-5-10a)$$

$$\text{Max } \pi_2 = [a - b(T_1 + T_2)]T_2 - cT_2 - d \quad (6-5-10b)$$

代入必要條件，可解得最佳解分別為：

$$T_1^* = \phi_1(T_2) = (a - c)/2b - 1/2T_2 \quad (6-5-11a)$$

$$T_2^* = \phi_2(T_1) = (a - c)/2b - 1/2T_1 \quad (6-5-11b)$$

將式(6-5-11a)中的  $T_2$  代入  $T_2^*$ ；(6-5-11b)中的  $T_1$  代入  $T_1^*$ ，可得：

$$T_1^* = T_2^* = (a-c)/3b \quad (6-5-12a)$$

$$T^* = T_1^* + T_2^* = 2(a-c)/3b \quad (6-5-12b)$$

$$P^*(T^*) = a - bT^* = (a+2c)/3 \quad (6-5-12c)$$

## 2. Stackelberg

假設廠商 1 係領頭者，廠商 2 係追隨者。廠商 2 的利潤公式為：

$$\pi_2 = [a - b(T_1 + T_2)]T_2 - cT_2 - d \quad (6-5-13)$$

因廠商 2 必追隨廠商 1， $Max \pi_2$  可得  $T_2^* = \phi_2(T_1) = (a-c)/2b - 1/2T_1$ 。現來求解  $T_1$ ：

$$Max \pi_1 = [a - b(T_1 + T_2^*)]T_1 - cT_1 - d \quad (6-5-14)$$

$$= [a - b(T_1 + (a-c)/2b - 1/2T_1)]T_1 - cT_1 - d$$

可得：

$$T_1^* = (a-c)/2b \quad (6-5-15a)$$

$$T_2^* = (a-c)/4b \quad (6-5-15b)$$

$$T^* = T_1^* + T_2^* = 3(a-c)/4b \quad (6-5-15c)$$

$$P^*(T^*) = a - bT^* = (a+3c)/4 \quad (6-5-15d)$$

## 3. Collusion

兩家勾結，其數學式為：

$$Max \pi = (\pi_1 + \pi_2) = [a - b(T_1 + T_2)](T_1 + T_2) - cT_1 - cT_2 - 2d \quad (6-5-16)$$

其最佳解的必要條件分別為：

$$d\pi/dT_1 = 0 = P(T_1^* + T_2^*) + P'(T_1^* + T_2^*)(T_1^* + T_2^*) - c \quad (6-5-17a)$$

$$d\pi/dT_2 = 0 = P(T_1^* + T_2^*) + P'(T_1^* + T_2^*)(T_1^* + T_2^*) - c \quad (6-5-17b)$$

$$= a - bT^* + (-b)T^* - c = a - 2bT^* - c = 0$$

勾結的兩家，產量由兩家的邊際成本決定，本例因邊際成本相同，因此產量相同，均為  $(a-c)/4b$ 。其他統計為：

$$T^* = T_1^* + T_2^* = (a-c)/2b \quad (6-5-18a)$$

$$P^*(T^*) = a - bT^* = (a+c)/2 \quad (6-5-18b)$$

#### 4.綜合整理

茲將各種寡占模式的計算結果整理如表 6-5-1 所示。由表知：

- (1) Collusion 式的寡占：售價最高，產量最少，社福損失最大；
- (2) Cournot-Nash 式的寡占：售價中等，產量中等，社福損失中等；
- (3) Stackelberg 式的寡占：售價較低，產量較高，社福損失較少。

表 6-5-1 各種寡占模式的計算結果

Conjecture	$P^*$	$T^*$	$T_1^*$	$T_2^*$
Collusion	$(a+c)/2$	$(a-c)/2b$	$(a-c)/4b$	$(a-c)/4b$
Cournot-Nash	$(a+2c)/3$	$2(a-c)/3b$	$(a-c)/3b$	$(a-c)/3b$
Stackelberg	$(a+3c)/4$	$3(a-c)/4b$	$(a-c)/2b$	$(a-c)/4b$

## 6.6 本章小結

由以上各節的分析知，個別廠商，不論在完全競爭、獨占競爭、寡占，抑或獨占等不同市場，其行為完全相同：「以追求最大利潤為目標」。以下綜合整理本章的重點如下：

### 1.完全競爭市場下的廠商行為

- (1) 是市場售價的接受者(price takers)；
- (2) 個別廠商的產量對整體市場微不足道，且完全無法掌握市場需求；
- (3) 如果廠商售價訂得比市場售價高，其產品就完全賣不出去，因為其所面對的消費者，需求的價格彈性無限大；
- (4) 如果廠商不以最適規模(長期)、最有效率的方式來生產(短期)，其成本就會高於市場售價而虧損，因而會退出市場；
- (5) 如果市場售價高於其生產的平均成本，短期間廠商可得超額利潤，但不久，就有無數潛在廠商加入，使市場售價回復成無超額利潤水準。

### 2.獨占市場下的廠商行為

- (1) 是市場售價的制定者(price maker)；
- (2) 廠商直接面對整個市場，需求曲線向下斜(價格彈性有限)，因沒有其他廠商，故需求曲線不會變動；
- (3) 廠商可以自行決定產量、定價，甚而可以差別定價；

- (4) 廠商在追求最大利潤下，不會循邊際成本定價(由  $MC$  與  $D$  決定)，而係由  $MC$  與  $MR$ (邊際收入)決定，致價格過高，生產不足，社會福利受損；
- (5) 通常會在遞增規模報酬下經營(產量比最適規模者少)；
- (6) 可藉  $(P-MC)/P$  來反映獨占者的市場力，而該市場力源自消費者需求的價格彈性；
- (7)  $(P-ATC)T$  反映獨占者的長期經濟利潤，稱為獨占租值；
- (8) 獨占者欲長期擁有獨占租值，需有進場障礙，其形成有三：政府管制(進場)、(廠商)控制關鍵投入要素、(產業)有大的經濟規模；
- (9) 政府對獨占者有三種管制政策：費率管制(配合補貼)、課稅、政府自營。

### 3. 獨占競爭市場下的廠商行為

- (1) 是市場售價的妥協者(price accommodationists)；
- (2) 有多個獨占廠商，生產不同但相似的產品，廠商除面對消費者對售價的反應外，亦受其他廠商相似產品的產量影響；
- (3) 短期而言，廠商採獨占者  $MR=MC$  的定價方式來追求最大利潤，但如有利潤就會有其他相似產品的廠商加入生產，致需求變少，結果在其所訂的售價下賣不到預期的量；
- (4) 長期而言，有利可圖的產品會一直吸引其他廠商加入生產(相近產品)，直到無利可圖，結果，每家廠商面對的需求曲線必切於其平均成本曲線，所定的售價必等於其生產產品的平均成本，每個廠商必係在遞增規模狀態下經營，即有剩餘容量，且永遠達不到經濟規模；
- (5) 通常係以非價格戰方式擺脫跟隨者。

### 4. 寡占市場下的廠商行為

- (1) 是市場售價的尋求者(price searchers)；
- (2) 在同一市場只有極少數廠商，生產同一種產品，每家均有相當大的市場占有率，每家的行動均會影響其對手；
- (3) 有許多模式來反映寡占廠商的行為，其差異在於對其他廠商可能行動的猜測；
- (4) Cournot-Nash：每家均假設自己是追隨者，對方是領頭者，即爭做小弟
  - 1) 個別廠商假設對手(大哥)不會隨自己的行為而動，來決定其生產方式；
  - 2) 一旦對手改變策略，自己也會改變策略，如此一來一往，直到大家均覺

得再改變策略於事無補時，即達成均衡；

(5) Stackelberg：自己是領頭者，對方是追隨者，即大哥-小弟

- 1) 個別廠商假設對手的反應已知(必跟隨自己而動)，來決定其生產方式；
- 2) 當每家都想當追隨者(爭做小弟)，會變成 Cournot-Nash；
- 3) 當每家都想當領頭者(爭做大哥)，無定解；

(6) Collusion：多家勾結，聯合決定產量與價格

- 1) 相當於只有一家廠商，但有多個工廠；
- 2) 求整個家族利潤最大；
- 3) 均衡解為  $MC_i(T_i)=MC_j(T_j)$ ，即每家的產量依其邊際成本而定；
- 4) 勾結的某家廠商偷偷增產，確會增加其利潤，使勾結很容易破裂。廠家數少時，可互相監督，維持勾結，廠家數多時，很難維持勾結；

(7) Conjectural Variations：

- 1) 寡占的數學式可改寫成通式(general models)：廠商的猜測變量模式；
- 2) 最佳解： $P(T)+P'(T)kt-C'(t)=0$ ， $k=dT/dt$ ；
- 3)  $k=0$ ：完全競爭市場模式；
- 4)  $k=1$ ：Cournot-Nash 模式；
- 5)  $k=dT(t)/dt$ ：Stackelberg 模式。
- 6)  $k=T/t$ ：Collusion 模式；

(8) 不同寡占模式對市場的影響：

- 1) 勾結(Collusion)，會形成獨占的效果，使售價最高，產量最少，社會福利的損失最大；
- 2) 爭做小弟(Cournot-Nash)：售價中等，產量中等，社會福利的損失中等；
- 3) 大哥-小弟(Stackelberg)：售價較低，產量較高，社會福利的損失較少。



# 第七章 運輸投資與訂價--公私部門

本章探討公、私部門的投資與訂價行為。首先說明並定義幾個與投資有關的名詞；其次討論私人企業在完全競爭市場的投資與定價；接著討論公部門如何對道路使用者徵收交通擁擠稅；最後討論公部門如何對重大建設進行投資評估，重點置於經濟可行性分析的內涵。

## 7.1 與投資有關的名詞

與公、私部門投資有關的名詞甚多，包括由利息(interest)、折舊(depreciation)、陳舊(obsolescence)等組成的資本成本(capital costs)，亦包括準租值(quasi-rents)、折現值(discounted present value)、常年金(ordinary annuity)、淨現值(net present value)、名目價格(nominal price)、實質價格(real price)等，本節分別說明並定義之。

### 7.1.1 資本成本的組成

由第六章的說明知，完全競爭市場在達供給與需求均衡時，其產品的市場售價會交於個別廠商生產該產品長、短期平均成本的最低處，長期而言，廠商的利潤為零，但其投入的所有(機會)成本均恰能抵補。此時廠商所投入資本的機會成本(opportunity costs)為何?亦即  $C=wL+rK$ ，其  $r$  的組成為何?

事實上，私人企業的廠商購置某資本財，其  $r$  的組成會有三種(機會成本)，即利息成本、折舊成本，與陳舊成本。分述如下：

#### 1. 利息成本

利息成本又稱為正常投資報酬(normal return)，代表廠商購買資本財所動用資金的利息。例如購買卡車花 50 萬元，年利率如為 8%，年利息則為 4 萬元，由於不買該車(存銀行)每年可得 4 萬元(利息)，因此購買該車相當於每年用掉 4 萬元(機會成本)。

#### 2. 折舊成本

資本財在使用壽年內會逐年耗損直至無剩餘價值。例如價值 50 萬元的卡車，如年折舊率為 10%，則年折舊費為 5 萬元，即買該車平均每年花 5 萬元(折舊成本)。

折舊與維護係呈倒相關，例如增加維護成本可降低折舊率，其中，折舊屬固定成本項，維護屬變動成本項。

#### 3. 陳舊成本

因技術更新，致購入的資本財變陳舊，減損價值。例如噴射機研發出來後，

已購入的螺旋槳飛機便減損原有價值。另一個例子是新購的手機一年後便成舊款，其減損的價值更多，有些機種甚而搭配通話費而免費贈送。

資本財陳舊落伍，但不會完全失去價值，例如螺旋槳飛機可改用在短場起降的區間航線(台灣離島航線，如台東-蘭嶼)上。

由以上的說明知，資本成本可以每年支付的型式表示，稱為年租值價格(annual rental price of capital,  $r$ )，可以下式表示：

$$r = iP_k + \delta P_k + OP_k = (i + \delta + O)P_k \quad (7-1-1)$$

其中：

- $i$  = 年利率；
- $\delta$  = 年折舊率；
- $O$  = 因資本財陳舊造成的年價值變化率；
- $P_k$  = 資本財的價格。

### 7.1.2 準租值

在某一完全競爭市場，廠商預測產品的售價為  $P_1$ ，並已知生產產品的成本結構，在估算  $K_1$  為最佳投資量，投資後即進入短期生產狀態，如圖 7.1.1 所示。

如果產品售價一如預期為  $P_1$ ，則廠商的收入不但可抵補變動成本  $savc_1 T_1$ ，亦應足以完全抵補資本(固定)成本  $(P_1 - savc_1) T_1$ ，長期而言廠商方不會退出市場。

由此知，廠商的準租值(quasi-rents)等於**短期固定成本**，等於廠商收入與短期變動成本的差(= $(P_1 - savc_1) T_1$ )，亦等於資本成本的短期攤提(因為資本設備在壽年後需要更新)。

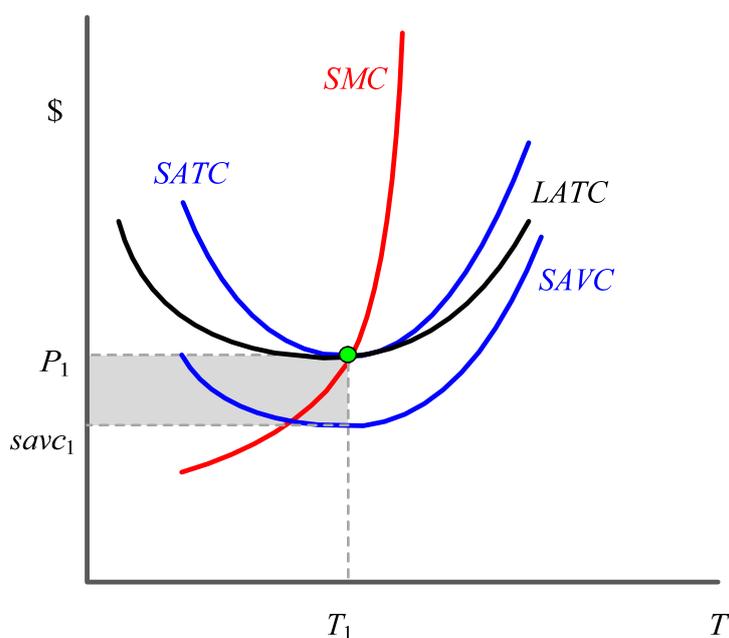


圖 7.1.1 完全競爭市場的準租值示意圖

廠商的準租值 $(P_1 - s_{avc_1})T_1$  並非投資的總回收(報酬)，而是投資的當期報酬(return to capital per period)。當售價為  $P_1$ ，廠商只對每期投資取得正常報酬(normal return)。

假設銀行利息為年利率  $i=0.1$ ；廠商投資某設備的壽年為 1 年，即折舊率  $\delta=1$ 。因為一年即報廢，因此無陳舊成本，即  $O=0$ 。其年利潤為：

$$(P_1 - s_{avc_1})T_1 = (0.1+1)P_k \quad (7-1-2)$$

此時廠商只賺取正常報酬(賺回存銀行的利息及資本投資額，因後者實際有等量支出，因此實際只賺到相當於存在銀行的利息)。

當售價大於  $P_1$ ，廠商會擴大投資；如小於  $P_1$ ，但仍大於短期變動成本，廠商會暫時留在市場。

圖 7.1.1 呈現的均衡點是平均總成本等於售價，似指廠商的利潤為 0，如此廠商豈不白忙一場，何不退出市場，把錢放在銀行生利息。其實際的意義是，廠商的生產成本，除廠房、機械、原料等生產要素所有成本外，亦包含固定資本投資額存放銀行的利息、設備的折舊成本，及所有員工的薪資及老闆薪資。就是因在該平衡點，以該售價的銷售所得可以完全抵補所有成本，因此廠商會繼續留在市場生產。詳 6.2.2 的說明。

### 7.1.3 折現值

要討論有一定年期的投資報酬，就需瞭解折現值(discounted present value)的定義與用途。

令  $PV$  為現值(present value)， $FV$  為未來值(future value)，則  $PV$  經  $t$  年後的價值為何?可以下式來計算：

$$FV=(1+i)^t PV \quad (7-1-3)$$

其中：

$i$ =折現率(discount rate)， $(1+i)$ 為複利(compound interest)。

折現率就是使投資人對未來的貨幣與現在的貨幣感到等值時的利率。如果投資人強烈偏好現在消費而非留待未來消費，或是偏好現在的確定性而非未來的不確定性，他可能會用較高的折現率來折現投資標的。如果投資人對於未來現金流量的預測很有把握，他可能會用較低的折現率。

並沒有一個所謂“正確的”折現率，也沒有精確的方法來決定。對某一特定的投資而言，合適的折現率不僅依投資人對現在或未來消費的偏好有關，也與他的風險偏好、風險承受能力、對該次投資風險的認知，以及其它投資機會的報酬率等因素有關。

許多投資人不管任何情況都用 10%的折現率。10%是個好記且容易計算的數字，但並非總是好的選擇。選擇合適的折現率時必須考慮未來現金流量的可能風險。一個短期且無風險的投資應該以短期的美國政府國庫券利率來折現。相反地，評等低的債券會被市場以 12~15%的利率折現，反映出投資人對於是否能依約付息存有疑慮。

--Seth A. Klarman (1991), “Margin of Safety”。

現以一範例來說明。假設折現率採用年利率 10%，則現在的 100 元：

$$\begin{aligned} 1 \text{ 年後值 } 100 \times 1.1 &= 110.00 \text{ 元；} \\ 20 \text{ 年後值 } 100 \times (1.1)^{20} &= 672.75 \text{ 元；} \end{aligned}$$

相對的，20 年後才收到的 100 元：

$$\text{現值為 } 100 / (1.1)^{20} = 14.86 \text{ 元。}$$

## 7.1.4 常年金

資本財一般是耗久材，常會服務一段期間，但投資通常是一次付清，因而似乎很難計算資本的價值，此時就需要介紹常年金(ordinary annuity)的觀念了。

常年金係以壽年內各年折現值的總和等於一特定值下，令未來每一年的名目價值(nominal value)均相同，此一系列的值稱之。

常年金如令為  $FV$ ，壽年為  $t$ ，則其各年折現值的總和為：

$$\begin{aligned} PV &= \frac{FV}{(1+i)} + \frac{FV}{(1+i)^2} + \cdots + \frac{FV}{(1+i)^t} \\ &= \frac{FV}{i} \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^t} \right] \end{aligned} \quad (7-1-4)$$

如令時間為無限年期，即  $t = \infty$ ，此時的年令稱為永年金，公式為：

$$PV = \frac{FV}{i} \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^\infty} \right] = \frac{FV}{i} \quad (7-1-5)$$

現以一範例來說明。假設折現率採用年利率 10%，年金為 1000 元，則：

$$\begin{aligned} \text{領 10 年累積的折現值： } PV &= 6144.6 \text{ 元；} \\ \text{領 20 年累積的折現值： } PV &= 8513.5 \text{ 元；} \\ \text{領永遠累積的折現值： } PV &= 10000.0 \text{ 元。} \end{aligned}$$

由常年金與折現率可得出資本恢復係數(capital recovery factor,  $CRF$ )，公式為：

$$FV = PV \left[ \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \right] = PV \times CRF \quad (7-1-6a)$$

$$CRF = \left[ \frac{i(1+i)^t}{(1+i)^t - 1} \right] \quad (7-1-6b)$$

$CRF$  代表將現值轉成未來每一年固定年金的乘數，藉此一乘數，可將任何一次付清的現值改寫成固定年金形式。例如壽年為  $t$ ，一期付清的資本財，其成

本可寫成往後  $t$  年每年固定支出一筆費用(額度相同)的形式，亦即將整筆支出的固定資本成本，寫成分年的年固定成本。

現以一範例說明之。假設折現率採用年利率 10%，今欲投資壽年為 5 年、價格為 100 萬元的設備，其第一年一次式投資 100 萬元，依式(7-1-6a)計算，相當於未來 5 年每年年底固定支付 26.38 萬元，如式(7-1-7)所示。其計算結果如表 7-1-1 所示。由表知，每年支付 26.38 萬元(當年幣值)，其折現值和等於第一年一次式投資額，此外，雖然每年均支付 26.38 萬元，但第 5 年底所支付的，折成現值只值 16.38 萬元。

$$FV=100 \times \left[ \frac{0.1 \times 1.1^5}{1.1^5 - 1} \right] = 26.38 \quad (\text{萬元}) \quad (7-1-7)$$

表 7-1-1 常年金計算範例

年	一次支付 (萬元)	各年底支付 (萬元)	折現值 (萬元)	折舊 (萬元)	剩餘資產 (萬元)	利息 (萬元)	利息折現 (萬元)
第 1 年	100	0	0		100	10	9.09
第 1 年	-	26.38	23.98	20	80	8	6.61
第 2 年	-	26.38	21.80	20	60	6	4.51
第 3 年	-	26.38	19.82	20	40	4	2.73
第 4 年	-	26.38	18.02	20	20	2	1.24
第 5 年	-	26.38	16.38	20	0	0	0.00
合計	100	131.90	100.00	100	-	30	24.18

上式的計算結果說明，期初一次付出 100 萬元，相當於分 5 年，年底各付 26.38 萬元，假設該設備每年折舊 1/5 (第 5 年底殘值為 0)，則每年年底各付 26.38 萬元中，20 萬元為資本設備每年耗用(折舊掉)的本金部分(=100/5)，6.38 萬元則為每年少賺的利息(以年利率 10%計)以年金換算的值。

要檢視上述利息年金值的正確性，可以 5 年計算利息的本金分別設為 100、80、60、40、20 萬元(每年折舊 1/5)，以年利率 10%計，可得第 1 至第 5 年各年的當年利息為 10、8、6、4、2 萬元，將各年利息依  $PV=FV/(1+i)^t$  折現後加總，得總利息現值為 24.18 萬元，將 24.18 萬元依式(7-1-6a)換算成年金，即得每年分攤的固定利息為 6.38 萬元，如表 7-1-1 所示。

由年金的計算及上述的例子告訴我們兩件事，其一是年金可以將一次付出的固定資本成本轉換成以年金方式支出的年成本，如此，廠商生產產品的固定成本，即可與變動成本相加成為總成本。其二是，如果折現率採用的是銀行存款的年利率，則年金型式的固定資本成本，實際係由資本設備的折舊成本加上資本成本的利息所組成，與式(7-1-1)比較，只少了一項陳舊成本。由此亦可瞭解，陳舊成本的設定較為主觀，因此一般較少納入考量。

## 7.1.5 淨現值

廠商每年收入不一定相同，成本支出亦有差異，此種狀況可以淨現值(net present value,  $NPV$ )，將每年獲利折算成現值來進行所需的評估。本節首先說明變動收入與變動成本的淨現值計算，其次說明應用淨現值來作投資計畫的選擇。

淨現值的公式為：

$$NPV = B_0 - C_0 + \sum_{j=1}^t \frac{B_j - C_j}{(1+i)^j} + \frac{S}{(1+i)^t} \quad (7-1-8)$$

其中：

$B_0$ =期初收入；

$C_0$ =期初付出的資本成本；

$B_j$ =每年年底的收入；

$C_j$ =每年年底的支出；

$S$ =資本財使用  $t$  年(壽年)後的殘值(salvage value)。

上式包含資本成本的所有組成單元，如期初資本成本、折現率，及壽年殘值等。其中，各年收入  $B_j$  要先扣除資本折舊及陳舊成本(為收入項固定的負值)，各年成本  $C_j$  則含維護成本(與產量有關的變動值)。

由式(7-1-8)知，在算淨現值時，資本成本係期初即一次結清(= $C_0$ )，經  $t$  年後如有殘值再折現扣回。而前節年金計算時折舊加利息所構成資本成本的年固定成本，是為分析廠商的經營狀況。簡單的說，在評估是否投資時，資本成本係期初即一次結清，在分析廠商經營狀況時，資本成本要分年攤提，不能一次結清。

現以一範例來說明。假設新的資本財成本=75,000 元，壽年 5 年，折現率採用年利率 12%，其各年的收入與成本如表 7-1-2 所示。

其淨現值如下式所示：

$$NPV = -75,000 + \frac{45,000}{1.12} + \frac{32,000}{1.12^2} + \frac{12,000}{1.12^3} + \frac{4,000}{1.12^4} + \frac{1,000}{1.12^5} + \frac{5,000}{1.12^5} = 5,167 \text{ 元}$$

由上式知，其淨現值為正，表值得投資。

值得說明者，由此一範例知，雖然一次付出的資本財成本可換算成相當於壽年內每年付出的常年金型式，但在計算淨現值等的經濟效益指標時，因二者的折現值相同，一個值(一次付出的資本財成本)拆成多個值(壽年內的常年金)只徒增計算的煩瑣，因此均只以一次付出的資本財成本來計算。

表 7-1-2 變動淨報酬範例

年	收入(元)	成本(元)	資本殘值(元)
第 1 年初	0	75,000	0
第 1 年底	50,000	5,000	0
第 2 年底	40,000	8,000	0
第 3 年底	25,000	13,000	0
第 4 年底	19,000	15,000	0
第 5 年底	17,000	16,000	5,000

淨現值亦可作為投資計畫的選擇準則。 $NPV$  含所有年收入與年成本單元，正的淨現值( $NPV > 0$ )，表有淨利、可以投資，負的淨現值( $NPV < 0$ )，表應拒絕投資。如有多重投資的選擇，例如廠商只有 60 萬元的預算，有四個投資計畫，其投資額與淨現值如下所示：

投資計畫 1：投資額=35 萬元， $NPV_1 = 12.5$  萬元；

投資計畫 2：投資額=20 萬元， $NPV_2 = 6.2$  萬元；

投資計畫 3：投資額=50 萬元， $NPV_3 = 15.0$  萬元；

投資計畫 4：投資額=55 萬元， $NPV_4 = 1.0$  萬元。

60 萬元預算最多可選投資計畫 3、4，或投資計畫 1+2。其中，投資計畫 3 的  $NPV = 15$  萬元；投資計畫 4 的  $NPV = 1$  萬元；投資計畫 1+2 的  $NPV = 18.7$  萬元，明顯的，投資計畫 1+2 是最佳的選擇。

### 7.1.6 通膨對淨現值的影響

在討論通膨(inflation)前需先定義兩個專有名詞：

(1) 名目價格(nominal price)， $P_n$ ：當年幣值下的價格；

(2) 實值價格(real price)， $P_r$ ：當年幣值經通膨調整後的價格，公式為：

$$P_r = \frac{P_n}{1 + \dot{p}} \Rightarrow P_n = P_r(1 + \dot{p}) \quad (7-1-9)$$

其中：

$\dot{p}$  = 通膨率。

由上式知，實質價格等於名目價格除以(1+通膨率)的值，相當於幣值的緊縮。現以一範例來說明，假設民國 95 年至 96 年的通膨率為 7%，某條航線的機票價格 95 年與 96 年分別為 560 元與 600 元。則 95 年的機票價格依通膨率調整

至 96 年的名目價格為  $560 \times (1+7\%) = 599.2$  元；或者，96 年的機票價格以通膨率調整回 90 年的實值價格為  $600 / (1+7\%) = 560.8$  元，由此知，96 年的機票狀似漲價，實質未漲(或其漲甚微)。

另以美國對持有及使用小汽車年成本的統計為例，以名目價格計，1960 年的成本為 9.8 美元，1990 年為 41.0 美元。但如以 1990 年的購買力為基準，換算實值價格，則 1960 年成本為 43.3 元，亦即 1990 年持有及使用小汽車的成本反而較 1960 年者低(McCarthy, 2001)。在台灣常聽老一輩的人說，以前一斤豬肉才 5 毛錢，其實當時的 5 毛錢，以目前的購買力換算實值價格，可能不只 100 元，這就是通膨對不同年代價值的影響。

前節討論的淨現值是否會受通膨的影響?現分析說明之。事實上，折現率亦可以名目或實質表示，如下式：

$$(1+i_n) = (1+i_r)(1+p) \quad (7-1-10)$$

其中：

$i_n$  = 名目折現率；

$i_r$  = 實質折現率。

式(7-1-10)說明，名目折現率等於實質折現率經價值調整後的值。將式(7-1-10)的右式展開，可得  $(1+i_r + p + i_r p) \approx (1+i_r + p)$  (假設  $i_r p$  的值甚小，可忽略)，亦即名目折現率近似等於實質折現率加上通膨率。例如通膨率如為 3%，則在報章雜誌上會出現的某種投資可獲得 6%(名目)報酬率，其有一半的報酬會被通膨吃掉，實質的報酬率大概只有 3%。

令各項收入  $B_j$  與成本  $C_j$  均為實質的值，則有、無考量通膨下，淨現值的公式可以以下兩式表示：

$$NPV = B_0 - C_0 + \sum_{j=1}^t \frac{(B_j - C_j)(1+p)^j}{(1+i_n)^j} + \frac{S(1+p)^t}{(1+i_n)^t} \quad (7-1-11a)$$

或：

$$NPV = B_0 - C_0 + \sum_{j=1}^t \frac{(B_j - C_j)}{(1+i_r)^j} + \frac{S}{(1+i_r)^t} \quad (7-1-11b)$$

應用時，可採式(7-1-11a)或式(7-1-11b)。而由式(7-1-11a)知，收入  $B$ 、成本  $C$  及折現率  $i$  係均採名目值，式(7-1-11b)則均係採實質值。事實上，將式(7-1-10)代入式(7-1-11a)，可得式(7-1-11b)，亦即上兩式完全相同。

由以上分析知，如通膨對所有單元的影響力均相同，則只要收入、成本及利率(折現率)，均以相同形式表示，亦即全都為名目，或全都為實質，通膨就不會影響投資決策。但當通膨對收入、成本與利率的效果不同時，就需謹慎處理。一般係各依其通膨率處理成各年的名目成本與收入後，再以名目折現率折成現值。

## 7.2 私部門的最佳投資與訂價

私人企業廠商的投資，其目的係在追求最大利潤(淨現值)，本節以此為廠商的投資目標，說明廠商的投資行為及其最佳的投資與定價。本節的評估方法係屬財務分析範疇，7.4 節的公部門投資分析則屬經濟分析範疇。

### 7.2.1 廠商的投資行為

現假設廠商花費  $P_k K$  投資於資本財， $P_k$  為資本財的單價，其第  $j$  期準租值為  $(P_j - AVC_j)T_j$ 。如  $t$  表投資標的物的使用壽年，其淨現值可寫成：

$$NPV = -P_k K + \sum_{j=1}^t \frac{(P_j - AVC_j)T_j}{(1+i)^j} \quad (7-2-1)$$

上式的最大淨現值有兩個最佳化條件：

$$\text{條件 1: } \frac{\partial NPV}{\partial K} = 0, \text{ 可得 } P_k = -\sum_{j=1}^t \frac{T_j(\Delta AVC_j / \Delta K)}{(1+i)^j} \quad (7-2-2a)$$

$$\text{條件 2: } \frac{\partial NPV}{\partial T_j} = 0, \text{ 可得 } P_j = AVC_j + T_j \frac{\Delta AVC_j}{\Delta T_j}, \quad j = 1, 2, \dots, t \quad (7-2-2b)$$

### 7.2.2 廠商的最佳投資原則

式(7-2-2a)的右式中，因  $T_j \times AVC_j = STVC_j$ ，係每期的總變動成本，令：

$$r = -\frac{T_j \Delta AVC_j}{\Delta K} = -\frac{\Delta STVC_j}{\Delta K} \quad (7-2-3)$$

由上式知， $r$  的意義可解釋為因增加一單位資本財支出而節省的營業(變動)成本。則條件 1 可改寫成：

$$P_k = \sum_{j=1}^t \frac{r}{(1+i)^j} = r \cdot \left( \sum_{j=1}^t \frac{1}{(1+i)^j} \right) = r \left[ \frac{(1+i)^t - 1}{i(1+i)^t} \right] \quad (7-2-4)$$

由式(7-1-6b)知，上式右側的乘數即  $CRF$ (capital recovery factor)的倒數， $CRF$  為一次投入的某現值轉成未來每一年固定年金的乘數，則條件 1 可改寫成：

$$P_k = \frac{1}{CRF} \times r \quad \Rightarrow r = P_k \times CRF \quad (7-2-5)$$

由上式知，最佳投資的資本價格(轉成年金= $P_k \times CRF$ )等於增加一單位資本財

可節省的營業(變動)成本(=r)。

由以上分析知， $P_k$ 亦可改寫成年金形式，亦即一次投資一單位資本  $P_k$  等於使用壽年內每年支付  $P_k \times CRF$ 。但由式(7-1-1)知，每一資本投資的年成本為：

$$r = i_{gross} P_k \quad (7-2-6a)$$

$$i_{gross} = i + \delta + O_k \quad (7-2-6b)$$

其中， $i_{gross}$  = 投資於資本財的總投資報酬。

亦即條件 1 可再改寫成式(7-2-6a)，或改寫成下式：

$$\frac{r}{P_k} = i_{gross} \quad (7-2-7)$$

由式(7-2-5)知，廠商會持續投資於購置資本財，直到邊際效益(增一單位資本財而節省的營業成本 =  $r = -\Delta STVC/\Delta K$ )，等於邊際成本(資本的年成本 =  $CRF \times P_k$ )，或式(7-2-7)知，廠商會持續投資，只要總營業成本的節省率( $r$ )除以資本財的價格( $P_k$ )大於總投資報酬率( $i_{gross}$ )。如營業成本不含折舊與陳舊成本，即式(7-2-7)左右均減去折舊與陳舊成本項，則隱含廠商會持續投資，直到營業成本(不含折舊與陳舊成本)的節省率(例如增購設備可少用人，節省薪資成本)，等於淨投資報酬率(存放在銀行的利息利率)。

### 7.2.3 廠商的最佳定價原則

條件 2 的式(7-2-2b)為最佳定價原則，其右側實際上係各年的邊際成本。因為  $TC = AVC \times T$ ，因此總成本的總微量變動可寫成  $\Delta TC = T \times \Delta AVC + AVC \times \Delta T$ ，亦即：

$$\Delta AVC = \Delta TC/T - AVC \times \Delta T/T \quad (7-2-8)$$

將上式代入式(7-2-2b)的右式，可寫成：

$$\begin{aligned} AVC_j + T_j \frac{\Delta AVC_j}{\Delta T_j} &= AVC_j + \frac{T_j}{\Delta T_j} \left[ \frac{\Delta TC_j}{T_j} - AVC_j \frac{\Delta T_j}{T_j} \right] \\ &= AVC_j + \frac{\Delta TC_j}{\Delta T_j} - AVC_j = MC_j \quad (=P_j) \end{aligned} \quad (7-2-9)$$

由上式與式(7-2-2b)知，條件 2 說明，只要每期的售價均訂在當期邊際成本上( $P_j = MC_j$ )，即能獲得最大淨現值。此與第六章所說的原則一致：獨占廠商係以  $MC = MR$  來定價，而完全競爭市場廠商係以  $MC = AC = D$  來定價，以獲得最大利潤。

## 7.3 公部門定價--擁擠定價

運輸設施，如橋梁、高速公路，使用時可向用路人收取通行費，而其收費目的一般分成財政性與經濟性，前者係為回收政府投資運輸設施的成本，後者則係為求運輸設施的使用有效率。

本節以收費目的係提高運輸設施使用效率的道路擁擠定價為例，說明公部門如何訂定通行費。首先說明旅行時間成本的組成，其次說明運輸設施容量固定下的擁擠定價，最後說明運輸設施最佳容量下的擁擠定價。

### 7.3.1 旅行時間成本

如果視交通流量為運輸市場的產品數量，則道路交通有無擁擠會反應其購買該產品(行駛該道路)需付出價格(旅行成本)的差異。在自由流(free flow)狀況下，車輛行駛在道路上的成本包括道路投資與維護成本的分攤，以及車輛本身的油耗成本(此二者均為現金成本)。而當道路出現擁擠，車輛行駛在道路上的成本，除了上述現金成本項目外，亦增加了行駛延滯(時間)等非現金成本，隨著擁擠愈來愈嚴重，此種旅行時間增加的額外成本亦愈來愈大。

由於行車速率的倒數可以換算出行駛單位里程所需的旅行時間，因此可由車流的流量-密度-速率關係，建立交通量與旅行時間的關係圖，如圖 7.3.1 所示。

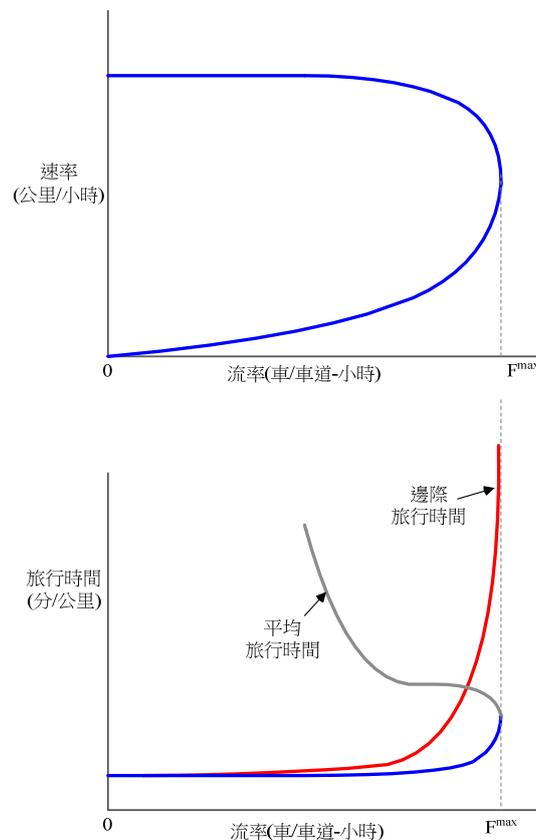


圖 7.3.1 道路交通量與旅行時間關係圖

## 7.3.2 容量固定下的擁擠定價

本節假設運輸設施為一新建橋梁，其由政府支出、反映橋梁承載與耗損成本的個別車輛過橋成本為常數(=oc)，且所有過橋交通在達容量前均處於未擁擠狀態。

### 1. 一般化旅行成本

車輛的過橋成本除前述由政府支出、反映橋梁的承載與耗損成本的  $oc$  外，尚含由用路人支付的現金支出(out of pocket monkey, 如油錢)與時間成本，此三者組成一般化旅行成本(generalized cost,  $goc$ )。

如  $oc, goc$  均為常數，則過橋費的定價就很簡單，如圖 7.3.2 所示。在離峰時( $D_{op}$  為其需求函數)，如只考慮  $oc$ ，則最佳價格  $P_1=oc$ ，最佳通行量= $T_1$ ；如考慮  $goc$ ，則最佳價格  $P_1'=goc$ ，最佳通行量= $T_2$ 。尖峰時( $D_p$  為其需求函數)，因尖峰需求太大，已超過橋梁容量  $T_c$ ，因此定價不受  $goc$  或  $oc$  的影響，其最佳價格為  $P_2$ ，最佳通行量為  $T_c$ 。

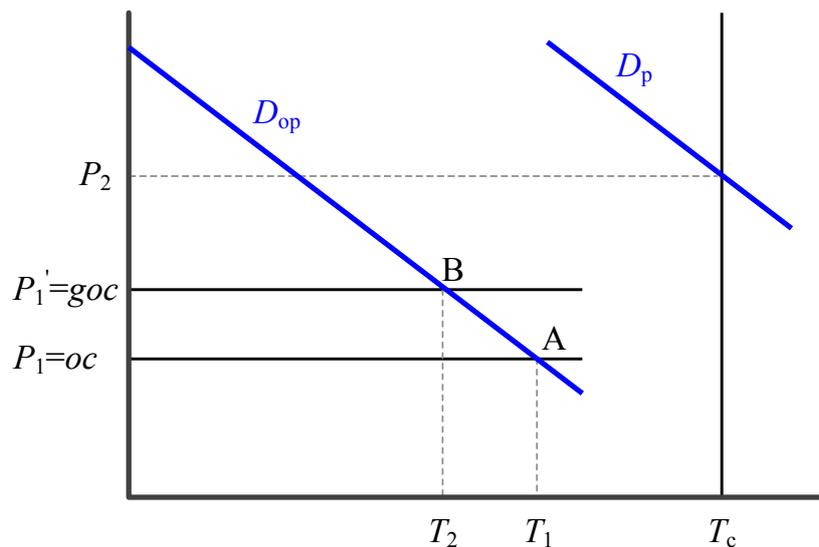


圖 7.3.2 一般化旅行成本定價示意圖

### 2. 變動旅行成本

前節的一般化旅行成本係假設為固定，但實務上係隨交通量的不同而異。現假設當過橋量超過某一水準  $T_g$  時，一般化旅行成本即升高。由於用路人現金支出及橋梁的承載與耗損成本仍為常數，因此升高的是使用者的其他成本，如旅行時間的增加與車輛油耗的增加等(達容量前即有反應)，如圖 7.3.3 所示。

離峰時段，交通量低於  $T_g$ ，一般化成本維持  $goc$  為常數且  $AVC=MC$ ，依邊際成本定價(需求線交於邊際成本線)，最佳價格  $P_2=goc$ ，最佳通行量為  $T_2$ 。

尖峰時段，交通量超過  $T_g$ ，旅行時間會增加。每個用路人基於個人利益，

只考慮到擁擠對其造成的成本(只感受到當時的平均變動成本  $AVC$ )，不會考慮其加入對已在橋上其他人造成的成本(增加一單位車輛造成的額外成本，即邊際成本  $MC$ )，因此  $C$  點為用路人均衡解(user equilibrium)，如放任不管，則市場的均衡點將是平均變動成本  $AVC$  與需求曲線的交點  $C$ ，即橋梁的通行量為  $T_1$ 。該值超過經濟上的最佳量，並無效率。

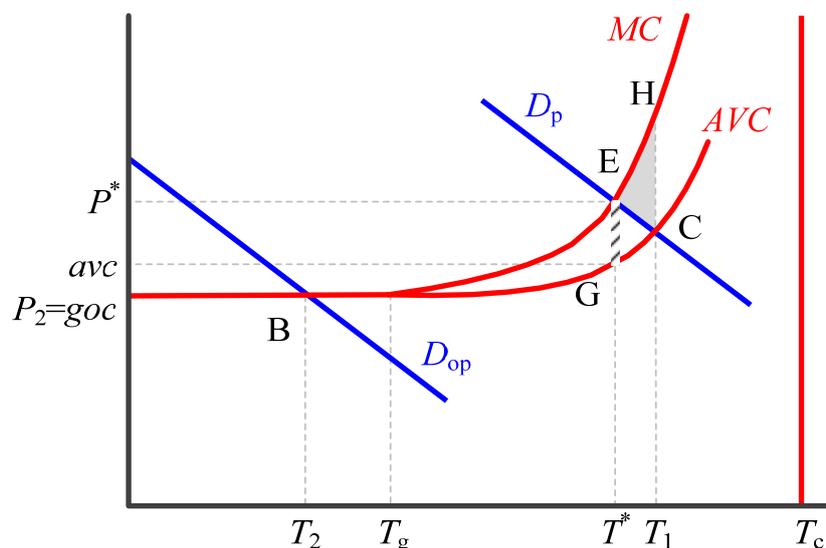


圖 7.3.3 變動旅行成本定價示意圖

如個人過橋的決策亦考慮對別人產生的成本，其供給曲線就會是  $MC$ 。欲有效率將資源分派給過橋交通，就該令系統均衡點(system equilibrium)為  $MC$  與  $D_p$  的交點  $E$ ，即橋梁的最佳通行量為  $T^*$ 。

由以上分析知，離峰不擁擠時，用路人均衡解可得有效率的資源分派，是已知容量下，標準的最佳定價結果。尖峰發生擁擠時，用路人均衡解不能獲得有效率的資源分派，原因是個人忽略因其加入擁擠車流所增加的額外成本會加諸在已在橋上的其他人身上，因而無法獲得最佳定價結果。此時，在  $T_1 \sim T^*$  間，總成本 ( $MC$  曲線下) 大於總效益 (需求曲線下)，其效率損失為圖 7.3.3 上  $EHC$  圍成的三角形面積。

由於用路人是自私的，市場本身無法自動產生最佳過橋數，此一事實提供政府干預的理由。而如能以需求線交於邊際成本線來定價，可得  $T^*$  為尖峰時段最佳過橋數，此時最後過橋邊際成本為  $P^*$ 。

$P^*$  的一部分， $avc$ ，反映個人過橋的成本； $P^*$  的另一部分， $P^* - avc$ ，反映加諸在其他人的成本，亦即當增加 1 過橋數後，原已過橋者的平均時間會額外增加  $(P^* - avc)/(T^* + 1)$ 。如對每位過橋者課徵擁擠稅，且等於  $P^* - avc$ ，即圖 7.3.3 中連接  $E$ 、 $G$  兩點的斜線段，即能將市場導向最佳過橋數的結果。

由以上的分析可瞭解，政府課徵擁擠稅的目的不在消除擁擠，而在導引出最佳的擁擠水準，即  $T^*$  為尖峰時段最佳過橋數，但  $T^*$  仍有擁擠。相對的，如為消

除擁擠而令過橋交通量為  $T_g$  (不擁擠)，則  $T_g \sim T^*$  間的過橋效益(需求線  $D_p$  與成本線間的距離)遠大於過橋成本，並無效率。

### 3. 範例說明

假設有一單向直線路段，其路段容量為 4,000 車/小時，令  $n$  為該路段每小時通過車數，則旅行時間(單位：分)可寫成  $t=5-3(1-n/4000)^{1/2}$ ，其平均旅行時間(總旅行時間/總車數)與邊際旅行時間(新增一旅次增加的旅行時間)如圖 7.3.4 所示。

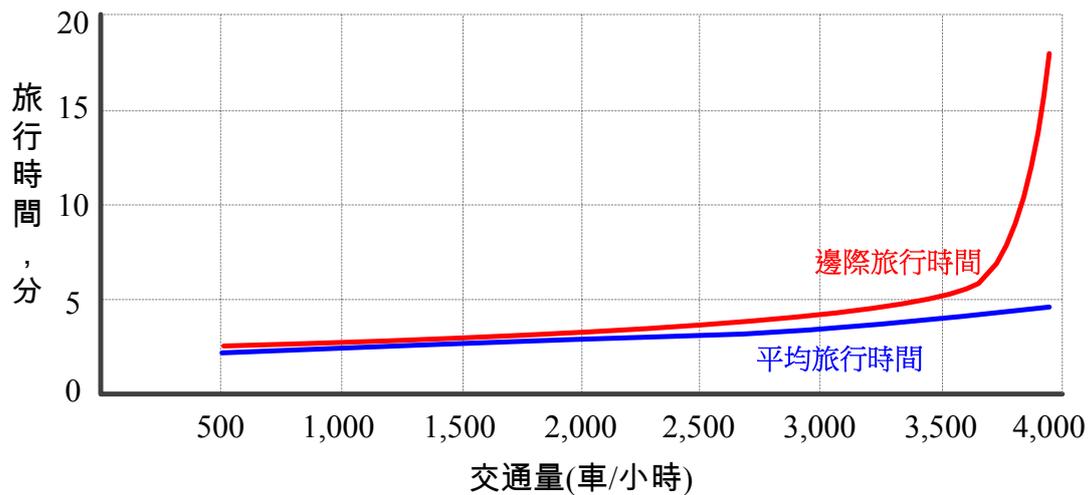


圖 7.3.4 變動旅行成本定價範例

表 7-3-1 為平均與邊際旅行時間計算範例。表中，第 3,751 輛車推估其旅行時間為 4.25 min (前 3,750 車的平均)，但其加入實際上會使道路增加旅行時間 9.875 min，多出的 5.625 min，會加在路上所有車輛上，平均每車增加 0.0015 min (=5.625/3,751)，所以加入後，3,751 輛的平均旅行時間為 4.2515 min。

表 7-3-1 平均與邊際旅行時間計算範例

流量(車/小時)	V/C	平均旅行時間(分)	邊際旅行時間(分)
500	0.1250	2.194	2.349
1,500	0.3750	2.628	3.340
2,500	0.6250	3.163	4.694
3,500	0.8750	3.939	7.652
3,750	0.9375	4.250	9.875
3,751	0.9378	4.2515	9.875
3,950	0.9875	4.665	17.913

令平均變動成本(本例為平均旅行時間)等於  $AVC(x)$ ，則總變動成本(總旅行時間為) $TVC=AVC(x)x$ ，現來計算邊際成本(旅行時間) $MC(x)$ 如下：

$$\begin{aligned}
 MC(x) &= \frac{dTVC}{dx} = \frac{d}{dx} [AVC(x)x] = AVC(x) + x \frac{dAVC(x)}{dx} & (7-3-1) \\
 &= AVC(x) \left[ 1 + \frac{dAVC(x)}{AVC(x)} \frac{x}{dx} \right] = AVC(x) [1 + E_{avc,x}]
 \end{aligned}$$

其中， $E_{avc,x}$  為平均變動成本(旅行時間)的交通量彈性，係交通量增加 1%，平均變動成本(旅行時間)增加的百分比。

由式(7-3-1)知，邊際成本等於平均成本加上加諸於既有使用者的額外成本。如平均變動成本的交通量彈性為零，即不論交通量如何增加，平均變動成本均不變，則  $MC=AVC$ 。其中，平均成本因只考慮到個人，故又稱為私人成本；邊際成本會考慮到整體社會的每個人，故又稱為社會成本。

綜合以上的分析知，最佳擁擠定價係定在邊際生產成本等於邊際消費效益處，如圖 7.3.5 所示。而為達此一目標，可以課徵擁擠稅，其效果不是強迫每個用路人面對邊際成本，而係在平均成本上外加一稅額，使平均成本交於邊際成本與需求相交處。簡言之，容量固定下短期最佳的道路定價，係課徵擁擠稅，其稅值為需求線交於邊際成本線處的邊際成本與平均成本的差額。

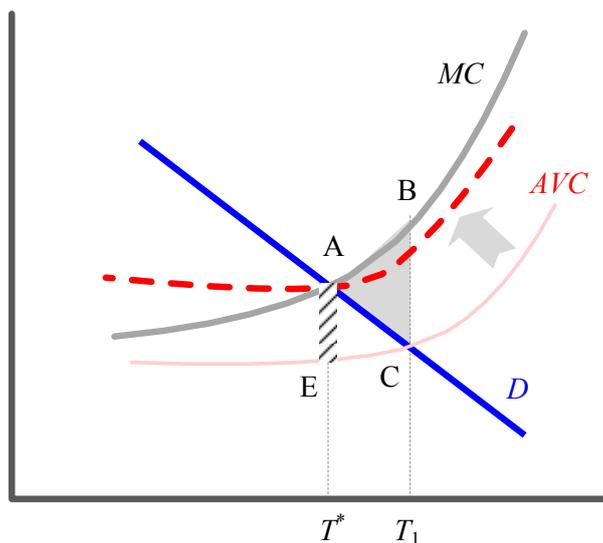


圖 7.3.5 最佳擁擠定價範例

### 7.3.3 最佳容量下的擁擠定價

固定容量下的擁擠定價，其通行費收入往往會超過抵補造橋的固定成本，表示其中有超額利潤，相對的，亦表示容量並非最佳，政府投資太少，應多投資。本節說明如何投資以同時獲得最佳運輸設施容量與最佳擁擠定價。

#### 1. 固定規模報酬--需求為 $D_p$

假設過橋交通最初需求為  $D_p$ 。起初，運輸設施投資  $K_1$  資本。其長期均衡下交於 E，均衡交通量為  $T^*$ ，均衡價格為  $P^*$ ，如圖 7.3.6 所示。最佳定價課徵擁擠稅額為  $(P^* - save_1^*)$ ，可產生  $(P^* - save_1^*)T^*$  收入，而該稅額亦為經營該橋的準租值。

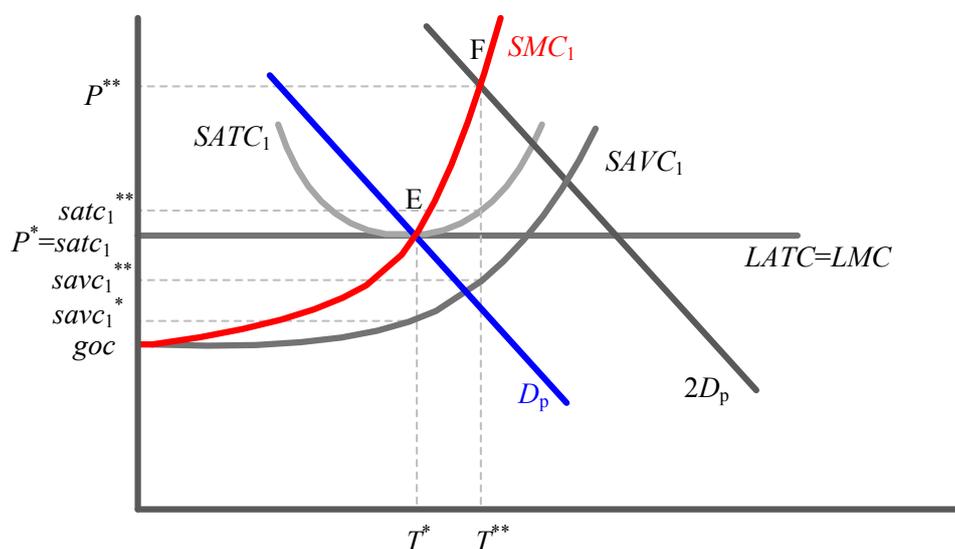


圖 7.3.6 固定規模報酬下短期最佳定價示意圖

在  $P^*$  點，因長、短期平均總成本相等，故係處於長期均衡。在上述的需求與成本結構下，準租值恰只抵補所有成本，政府無多餘利潤，沒有動機去擴張運輸設施。

#### 2. 固定規模報酬--需求增為 $2D_p$

如需求增為  $2D_p$ ，在橋梁容量不變下，新需求交  $SMC_1$  於 F，新均衡交通量為  $T^{**}$ ，新均衡價格為  $P^{**}$ ，此時新準租值等於  $(P^{**} - save_1^{**})$ ，大於固定成本，即政府可獲暴利  $(P^{**} - sac_1^{**})T^{**}$ ，如圖 7.3.6 所示，此時就有動機來增加運輸投資。

如假設過橋交通係固定規模報酬，則政府投資量由  $K_1$  增為  $K_2$ ，其成本結構係向右平移，新均衡點為  $P^*$ ， $2T^*$ ，如圖 7.3.7 所示。此種擁擠定價的收入為  $2(P^* - save^*)T^*$ ，等於  $2(sac^* - save^*)T^*$ ，恰可抵補投資的固定成本。

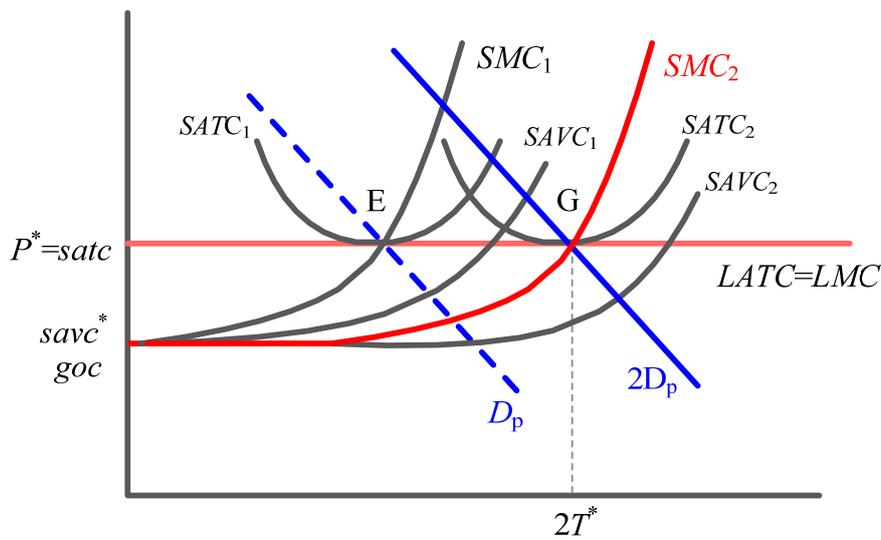


圖 7.3.7 固定規模報酬下長期最佳定價示意圖

### 3. 遞增規模報酬下的最佳定價與投資

固定規模報酬下的最佳定價與投資，可使每期的擁擠稅收入等於資本支出，但當係遞增規模報酬時，以相同方式訂價，收入將會不敷支出。

遞增規模報酬下，長期平均變動成本  $LAVC$  係向下遞減，且長期邊際成本  $LMC < LAVC$ 。在最佳定價下， $SMC$  交  $D_p$  於  $T^*$ ,  $P^*$ 。短期變動成本在  $T^*$  處是上升，表已有擁擠，最佳定價隱含一擁擠稅，等於  $P^* - sac^*$  (EG 段)，如圖 7.3.8 所示。此時如採前節的最佳定價與投資原則，會導致該稅收不足以抵補固定資本成本。為能有效率提供服務，此時採效率訂價須同時配合補貼。

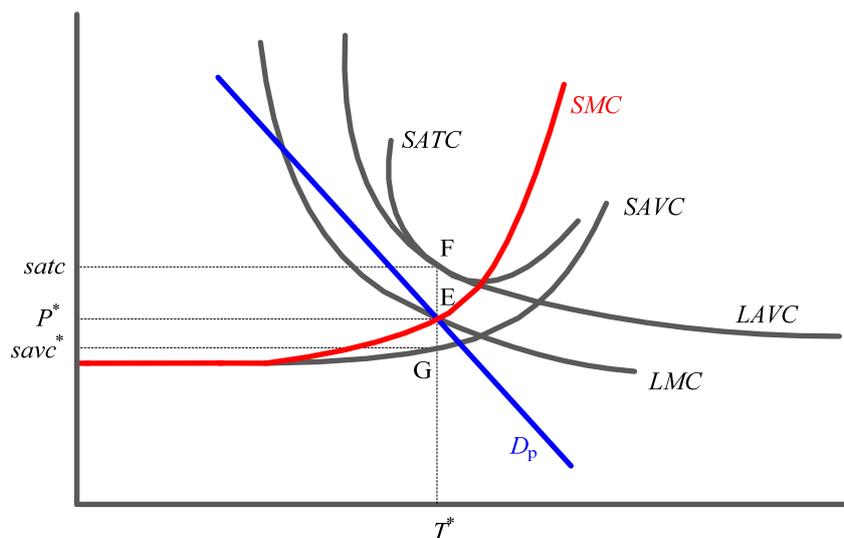


圖 7.3.8 遞增規模報酬下長期最佳定價示意圖

## 7.4 公部門投資的經濟可行性分析

公部門欲投資某項公共建設計畫，一般需通過技術可行性、經濟可行性、財務可行性、環境可行性(有些建設案甚而需要進行社會可行性的評估)等各種評估，方能立案執行。其中，技術可行性是探討公共建設計畫的執行方法或營運技術是否成熟；經濟可行性一般稱為成本效益分析(cost-benefit analysis)，是從社會總體的觀點來探討公共建設的正當性(社會淨效益要大於經濟成本)；財務可行性係探討公共建設預期的收入是否足以抵償政府建設所投入的支出；環境可行性則係探討公共建設對環境的影響與衝擊是否在可接受範圍。暫且不談環境可行性，通常，技術可行是公共建設計畫可以成立的基本要求，而經濟可行則是必要條件。

實務上，經濟可行性與財務可行性採用的分析方法雷同(但理論與內容不同)，而一般重大公共建設案大多不具財務可行性，亦即收入很難抵償政府的投資支出，惟如對社會有正的淨效益，亦即具經濟可行性，則仍值得政府投資。由此知，在公部門投資的評估作業中，經濟可行性分析扮演著關鍵角色。

本節針對經濟可行性分析，說明其特性與方法。值得說明者，7.1 節私部門投資採用的淨現值法(7.1.5 節)，係以投資的實際金錢支出與收入來評估，屬財務分析範疇；本節公部門投資採用的成本效益分析方法與財務可行性分析者同，甚而亦採淨現值法，惟其並非直接採用財務成本(係經濟成本)，效益更非收入，而係社會經濟效益，係屬經濟分析範疇。

### 7.4.1 經濟可行性分析常見的問題

雖然財務與經濟可行性分析都是採用成本效益的定量分析方法，並均追求投資計畫的利潤(益)極大化，但財務與經濟可行性分析對成本與效益內涵的定義並不相同，其主要差異如下(林士誠、林貴貞,2000)：

- 1.財務可行性分析不具唯一性，係從投資計畫不同參與者的角度來分析財務上的報酬，而民間投資者、銀行、政府等各不同參與者所關心的報酬不一，例如民間投資者關心的是能否獲利，銀行關心的是還本能力，政府關心的是自償率，從不同角度分析，會得到不同的結果；經濟可行性分析則具唯一性，是從國家社會整體的觀點評估某計畫產生的經濟淨效益。
- 2.在方法上，財務及經濟可行性分析都依計畫所產生的現金(或折成的幣值)流量，運用折現法來估算各種指標。但財務可行性分析是估算該計畫參與者產生的財務所得淨收入，經濟可行性分析則是估算該計畫的社會淨收益(並非現金，所以需要折換成現金)。
- 3.在收益與成本上，財務可行性分析的所有資料均以會計帳面價值為基準，所有成本和收入都可根據國內市場的價格來計算，即係根據會計價值來求得財務價格；但在經濟可行性分析中，某些市場價格會受政府政策或稅收等外在因素影

響而被扭曲，為真正反映其社會或經濟的價值，這些價格需經調整，經過調整的價格稱為影子價格。簡言之，經濟可行性分析是以財務可行性分析中的帳面價值為基礎，再對所有的收入與成本調整為經濟價格來反應經濟資源使用的成本與效益。

- 4.財務可行性分析的所有相關成本與效益均必須可以量化(貨幣化)，但經濟可行性分析除涉及直接成本、效益者可以量化外，還包含外部成本與效益，而外部成本與效益通常無法量化。
- 5.在經濟可行性分析中，稅收和補貼被視為移轉性支付，而非真正使用資源所發生的成本，須從財務價格中刪除；另外利息支出是整個社會對資本使用的總收益的一部分，亦須將利息支出加回毛利潤。

財務與經濟可行性除有上述內涵上的差異外，在觀念上亦有下列截然不同的地方(林貴貞，2007)：

### **1.財務成本≠經濟成本**

經濟可行性分析是基於「有」和「無」(with and without)的觀念。經濟可行性分析認定並估算「有」此計畫與「無」此計畫的成本、效益，「有」、「無」計畫間的效益差額即為該計畫對經濟所產生的淨效益增量(incremental net benefits)；財務可行性分析則為「前」、「後」的觀念，探討的是此計畫前、後投入資金與預期收入所形成的盈虧結果。

### **2.財務收入≠經濟效益**

財務可行性分析是估算計畫參與者產生的個別財務所得淨收入，而經濟可行性分析是估算計畫的社會總體淨收益。

### **3.財務折現率≠經濟折現率**

折現率為機會成本的概念，財務可行性分析係以報酬率的角度來選擇折現率，高風險投資的折現率甚而可採 25%，以強調其對短期回收的偏好；經濟可行性分析則從國家社會資源的機會成本來設算，通常其採用的折現率會較低，例如 6%。

財務可行性分析中的成本需經價值轉換，方能納為經濟可行性分析的經濟成本。其步驟第一步是將不屬於經濟成本的項目從財務帳中排除；第二步是以經濟價格來調整。需要調整的財務項目如沉沒成本、準備金、移轉性支付、折舊及營運資本等項目，分述如下(林士誠、林貴貞，2000)：

- (1) 沉沒成本：指該計畫進行前即已經發生的成本，因不存在機會成本，故不應將這些成本計入該計畫經濟成本中；
- (2) 準備金：為完成該計畫而增加資源投入的貨幣價值，因資源用於該計畫，就少了用於其他用途的機會，故應列為經濟成本；

- (3) 移轉性支付：通常指稅款(包括進出口稅)、補貼和貸款等。因就經濟可行性分析的角度，移轉性支付是指實際資源的使用權從某部門移轉到另一部門，對國家整體利益而言沒有任何改變，故不應將這些成本計入該計畫經濟成本中；
- (4) 折舊：一般進行成本效益分析時，係將資產的經濟成本在期初即充分反映，至期末再減去殘值，而折舊則是將前述期初一次付出的資產成本轉換成壽年內各年的折舊攤提，很明顯的，此二者不能同時存在，否則會重覆計算。簡言之，如資產的經濟成本在期初即充分反映，則折舊不應計入該計畫經濟成本中；
- (5) 營運資本：在財務可行性分析中，營運資本是指流動資產，包括現金、應收帳款、存貨等。在經濟可行性分析時，只有存貨與國家資源的利用有關，可列入經濟成本，其他項目於經濟可行性分析時被視為財務移轉，均不列入該計畫經濟成本中。

## 7.4.2 經濟可行性分析程序與組成項目

一般而言，經濟可行性分析的實務做法係分為四步驟：首先界定計畫可能產生的成本與效益(增量)，其次儘可能將成本與效益量化與貨幣化，最後以經濟評估方法比較貨幣化的成本與效益，以研判計畫的經濟可行性(林貴貞，2007)。

圖 7.4.1 為經濟可行性評估工作流程的範例，係交通部鐵路改建工程局(民國 98 年)規劃臺南市區鐵路地下化計畫時所採用者。其主要步驟為：定義評估基礎、影響群體分析、成本與效益估算、可量化成本與效益比較、敏感度分析，最後提出經濟效益評估的結論與建議。

成本與效益項目的界定是經濟可行性分析中最易引起爭議的單元。以交通建設計畫而言，其成本項目比較清楚，一般分為土地取得成本、興建成本、設備購置成本、營運維修成本等項；比較複雜的是效益，交通建設的效益最主要的是運輸時間節省與運輸成本節省，此二者係以消費者剩餘的概念計算，但由於運輸需求函數難以獲得，故一般係就改善前及改善後之運量，以二分之一法則估計之。而依學理而言，在無扭曲及外部成本/效益均能內部化的理想情況下，交通建設的效益已充分反映在運輸時間節省及運輸成本節省中，似不必再計算其他的項目。但由於這樣的理想狀況並不存在，因此一般會再加上兩類效益，即(1) 環境改善效益，與(2) 土地使用及經濟發展效益。前者包括空氣污染改善、噪音改善、交通安全改善等；後者包括交通建設對土地開發、都市發展、經濟發展等方面的效果(姜渝生，民國 95 年)。

表 7-4-1 為美國與歐盟公路建設的經濟效益項目。由表知，不論是美國或歐盟，其公路建設的評估期間均約為 30 年；歐、美公路建設採用的折現率介於 3% 至 7%，若以國民所得來比較，歐、美均高於我國，但其公路建設的折現率似乎較我國為低，此係在國內審查會議中常被質疑者；在效益項目方面，歐、美主要

以行車時間節省、減少肇事率為主，反觀國內最常計入的觀光效益或土地效益，美國或歐盟的作法似乎較為保守(林貴貞，2007)。

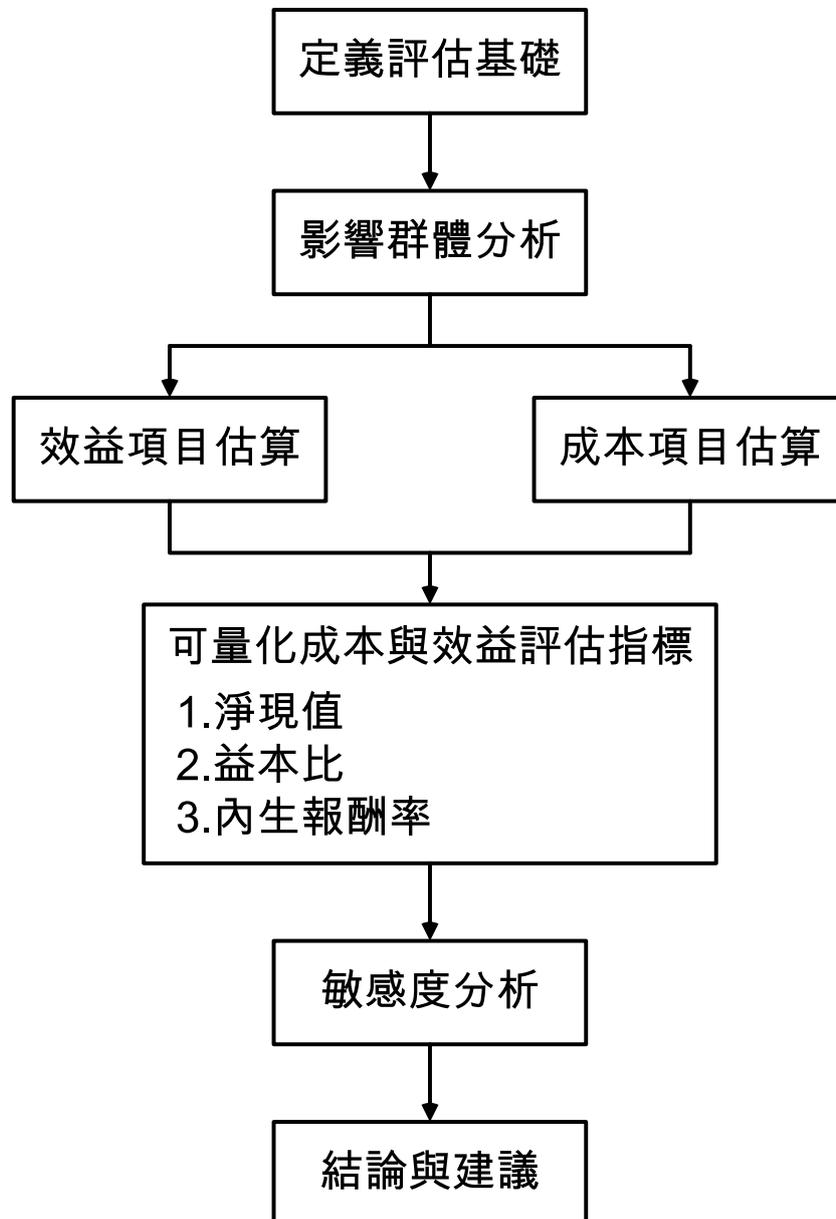


圖 7.4.1 經濟可行性評估作業流程圖

資料來源：交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。

表 7-4-1 美國與歐盟公路建設的經濟效益項目

項目	美國聯邦高速公路管理局	歐盟執委會
評估期間	道路約 30~40 年，橋梁更長。	25~30 年。
折現率	1.以政府債券利率為基礎並與評估期間長度一致的年期； 2.公路投資專案大多使用 3~5%； 3.美國管理與預算辦公室(Office of Management and Budget, OMB)建議使用 7%。	一般與資金的機會成本估算，長期來說約為 6%。
效益項目	<p><b>1.與計畫區域相關效益：</b></p> <p>(1) 減少肇事成本：以旅行者為了降低受傷或死亡風險所願意支付的金額估算，包含醫藥、財產、法律及其他與肇事相關成本；</p> <p>(2) 減少車輛使用成本：包含汽油消費、輪胎磨損及破洞。</p> <p><b>2.與設施營運相關效益</b></p> <p>(1) 旅行時間成本：以旅行者薪資水準或願意支付成本(willingness-to Pay, WTP)；美國交通部建議以 50%平均薪資來估算；</p> <p>(2) 延遲成本。</p> <p><b>3.外部性效益</b></p>	<p><b>1.旅行時間節省：</b>以使用者的平均經濟收入估算之。</p> <p><b>2.肇事減少效益：</b>以醫療成本及損失的收入，或是人類的生命價值(平均收入及對生命的期待)來估算。</p> <p><b>3.外部性效益：</b>如新產業的成立。</p>

資料來源：林貴貞，「交通建設經濟評估之注意事項」，2007 年。

### 7.4.3 經濟可行性分析方法

經濟可行性評估方法一般採取淨現值法、益本比法及內生報酬率法，美國與歐盟公路建設的評估指標亦採用此三種方法(林貴貞，2007)，茲分別說明之。

#### 1.淨現值(Net Present Value，*NPV*)

淨現值(*NPV*)乃將評估期間內計畫的總效益折現值減去總成本折現值。若淨現值為正，表示該投資計畫在經濟上可行。計算公式如(7-1-8)所示，計算結果若 *NPV* 值大於 0 則表計畫可行。

#### 2.益本比(Benefit-Cost Ratio，*B/C*)

益本比(*R*)是採用總效益折現值與總成本折現值的比作為評估依據。若該比值大於 1，表示該投資計畫在經濟上可行。計算公式如下：

$$R = \frac{\sum_{t=1}^n B_t / (1+i)^t}{\sum_{t=1}^n C_t / (1+i)^t} \quad (7-4-1)$$

其中，*R* 為益本比。若 *R* 值大於 1 則表計畫可行。

### 3.內生報酬率(Internal Rate of Return , *IRR*)

內生報酬率( $r$ )的定義為：「使投資計畫總效益折現值等於總成本折現值的折現率」，亦即使淨現值為零的折現率。計算公式如下：

$$NPV = \sum_{t=1}^n (B_t - C_t) / (1+r)^t = 0 \quad (7-4-2)$$

其中， $r$ 為內生報酬率。若 $r$ 值大於政府投資的邊際報酬率(即選用的折現率)則表計畫可行。

## 7.4.4 運輸建設的經濟可行性分析範例

本節以臺南市鐵路地下化(交通部鐵路改建工程局，民國 98 年)為範例，說明經濟可行性分析的作法。

### 1.基本假設與參數設定

#### (1) 評估基礎年及評估期間

該計畫評估年期設定為 30 年(自鐵路地下化工程完工通車後起算)。基礎年為 96 年(民國)；由於該工程自 97 年至 104 年為設計施工階段，當時預計 105 年開始通車營運，故 105 年至 134 年為效益回收及營運成本支出期，總計評估年期為 38 年。

#### (2) 折現率

折現率係轉換不同年期的資源價值成為基年貨幣單位的參數。該計畫參考近年利率水準及近期各項重大建設計畫所使用的數值，採用 6%為折現率。

#### (3) 物價上漲率

該計畫對評估期間有關成本與效益項目牽涉的物價波動，係參酌行政院經濟建設委員會「中華民國臺灣經濟建設長期展望」及「新世紀國家建設計畫」等相關研究分析結果，假設於評估期間每年的物價上漲率為 2%。

#### (4) 薪資成長率

由於時間價值與工資成長率相關，該計畫考量評估年期長達 40 年，且評析相關已開發國家的經濟成長趨勢，及國內近年薪資所得的成長，假設於評估期間每年的薪資所得成長率為 3%。

#### (5) 地價上漲率

該計畫說明，地價可視為公開市場下供給與需求均衡的市場價格，能反應其真正使用價值，以地價來代表土地使用效益是一公允的方式。地價變動影響該計畫鐵路車站與沿線騰空土地的使用效益，遂依照臺南市地政事務所歷年公告現值資料，以每年 2%上漲率計算地價。又公告現值與市價仍有差距，該計畫的土地市價係以公告現值加 4 成來計算。

## (6) 殘值處理

由於該計畫評估年期相當長，評估期後的殘值經折現後其價值數量較小，且鐵路投資的各項設施未必能移作他用，即於評估期後不具機會成本，是以該計畫的殘值不予列計。

由 7.1.6 知，成本、效益及折現率必須同時處理通膨，其成本效益的分析結果才不受影響。如成本、效益均作通膨處理，則依式(7-1-10)，名目折現率近似等於實質折現率加上通膨率。但由上述的作法可發現，其折現率的選用，好像與通膨(暫只考慮物價上漲率)無關，因為其折現率是參考其他計畫而選予設定的，並不是隱含不考慮通膨時，折現率為 4%，考慮通膨後，才加上 2%物價上漲率而成為 6%的。

## 2. 成本與效益項目

表 7-4-2 為該計畫考慮的成本與效益項目。由表知，該計畫的成本包括興建成本及營運維修成本兩項，鐵路地下化沒有土地取得問題，故沒有土地取得成本，也無需考慮台鐵的車輛購置，故沒有設備購置成本。

該計畫有將財務成本調整為經濟成本，是正確的作法，台灣有許多案例都沒有調整這一部分。惟由於臺灣的資本市場並無太大的扭曲，外匯亦相當開放，所以即便不予以調整，其影響並不大。而在過去有調整的案例中，其調整幅度大約經濟成本為財務成本的九成多。  
--姜渝生，「經濟效益評估-案例分析」，民國 95 年。

表 7-4-2 臺南市鐵路地下化工程的成本效益項目

影響群體		影響項目	成本/效益	說明
台鐵使用者		旅行時間	效益	肇事機率減少，旅客延誤時間減少。
		肇事成本	效益	因平交道減少，降低鐵路肇事機率。
非台鐵使用者	公路使用者	旅行時間	效益	平交道減少，道路交通延滯減少。
		行車成本	效益	怠速時間減少，油料消耗減少。
	全國及台南地區	經濟活動	效益	車站與沿線騰空土地使用、減少鐵路沿線噪音與空氣污染、消除鐵路阻隔、促進地區發展。
營運管理者	中央	建造成本	成本	規劃設計、土地取得、建物拆遷補償費。
	台鐵	維修成本	成本	車站、隧道及引道之結構、機電維修費用。
		維修成本	效益	平交道減少、維修成本減少。

資料來源：交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。

### 3.成本估算

該計畫的興國建成本包括(1) 土地取得費用；(2) 土木建築費用；(3) 電務工程費用等，經估算其分年經費後，再轉成基年(96年)幣值。臺鐵每年尚須負擔鐵路地下化後增加的營運及維修成本，包括車站營運成本、車站維修成本、隧道維修成本、引道維修成本，及臺鐵現有鐵路的維修成本，105年至134年各年營運及維修成本亦均轉成基年(96年)幣值。

表 7-4-3 即臺南鐵路地下化工程成本總表，由表知，興建成本占總成本八成多，維修成本占總成本接近二成。

表 7-4-3 臺南市鐵路地下化工程成本總表

項目	興建成本(萬元)	維修成本(萬元)	合計(萬元)
合計	2,048,633.09	479,840.81	2,528,473.90
%	81.02	18.98	100.00

註：表中成本均已折現為 96 年幣值；其折現率為 6%。

資料來源：交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。

### 4.效益估算

該計畫考慮的效益包括：(1) 騰空土地；(2) 旅行時間節省；(3) 車輛耗油節省；(4) 旅客延誤減少；(5) 人員傷亡減少；(6) 平交道維修成本減少。並說明不考慮場站開發效益、沿線土地增值與國民所得增加，其理由如下：

- (1) 因場站開發的租金收入僅是經營者本身財務的利益，並非社會大眾的利益，故不予考慮；
- (2) 沿線土地增值因有部分效益已反映在時間節省效益與行車成本節省效益中，不再重覆計算；
- (3) 國民所得增加效益通常只發生在資源未充分使用地區，在市價不等於社會成本時方可納入估計，在已接近資源充分使用的假設下，可不予以計算。

該計畫將 105 年至 134 年各年各項效益均轉成基年(96年)幣值，經加總如表 7-4-4 所示。由表知，鐵路地下化對臺鐵的效益主要為人員傷亡減少及平交道維修成本減少，但比例不到總效益的 3%；平交道去除後，地區交通改善的效益(包括旅行時間節省、車輛耗油節省，與旅客延誤減少等)加總共佔 51%；騰空土地的效益則佔 47%。

表 7-4-4 臺南市鐵路地下化工程效益總表

項目	騰空土地	旅行時間節省	車輛耗油節省	旅客延誤減少	人員傷亡減少	平交道維護成本減少	合計
合計	3,758,481	3,589,309	539,959	1,055	161,692	19,225	8,069,722
%	46.58	44.48	6.69	0.01	2.00	0.24	100.00

註：表中效益均已折現為 96 年幣值；其折現率為 6%。

資料來源：交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。

由該計畫經濟效益的計算可反映，鐵路地下化工程本質上應為都市改造工程，由鐵路局及交通部門負擔成本是不公平的，應由都市縫合觀點去主導，可創造更大效益。假如鐵路改建工程局在執行時未充分考量都市縫合效益的創造，對騰空土地也沒有充分利用，將非常可惜。

--姜渝生，「經濟效益評估-案例分析」，民國 95 年。

## 5.經濟可行性評估

臺南鐵地下化的經濟可行性評估結果如表 7-4-5 所示，由表知，在 6%的折現率下，臺南鐵路地下化的淨現值為 552,191.75 萬元，益本比為 1.22，內生報酬率為 8.82%，顯示該計畫具經濟可行性。

表 7-4-5 臺南市鐵路地下化工程經濟可行性評估結果

NPV	B/C	IRR
552,191.75 萬元	1.22	8.82%

註：1. 折現率 6%；2. 淨現值為民國 96 年幣值。

資料來源：交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。

## 7.5 本章小結

### 1.成本、效益與常年金

廠商投資的標的物(如車輛)常有壽年，但成本常一次付清，評估其投資成本、效益時，常引起困擾。其中，成本、效益可運用折現率，以淨現值等來表現投資的正確與否；一次付清的投資，則可轉換成年金，當成年營業成本的固定項。

### 2.私部門的最佳投資與定價策略

只要短期總營業成本的節省大於資本的年成本，或不考慮折舊與陳舊成本，營業成本的節省率大於淨投資報酬率(銀行生息的利率)，就可持續投資(增加生產

設備)；只要每期均將售價訂在當期產量的邊際成本上，即能獲得最大淨現值。

### 3.公部門擁擠定價-自由流車況下最佳定價

當公路設施處於自由流車況，此時個別用路人對公路的使用不會影響其他用路人，公路亦不擁擠，在既有投資下，最佳定價係發生在市場需求交於平均成本(個人成本)曲線處。

### 5.公部門擁擠定價-交通發生擁擠時最佳定價

當公路設施發生擁擠時，每一額外交通產生的邊際成本會高於平均變動成本，惟額外加入的用路人會忽略因其加入擁擠車流所增加的額外成本會加諸在已在橋上的其他人身上。在此種狀況下，最佳定價係發生在市場需求交於邊際成本(社會成本)曲線處。為達此一目標，需課徵擁擠稅，使公路設施最有效率的使用，其稅值為需求線交於邊際成本線處的邊際成本與平均成本的差額。

### 6.公部門投資的評估

公部門欲投資某項公共建設計畫，一般需通過技術、經濟、財務、環境等各種可行性評估，方能立案執行。通常，技術可行是公共建設計畫可以成立的基本要求，而經濟可行則是必要條件。實務上，一般重大公共建設案大多財務不可行，亦即收入很難抵償政府投資的支出，惟如對社會有正的淨效益，亦即具經濟可行性，則此種公共建設仍值得政府投資。由此知，在公部門投資的評估作業中，經濟可行性分析扮演著關鍵角色。

### 7.成本效益分析

經濟可行性分析一般採取淨現值法、益本比法及內生報酬率法來評估。不論採用何種方法，均需訂定成本與效益項目，再予貨幣化，並經折現率轉成基年的幣值，方能在共同的基準下進行成本與效益的比較，以決定是否經濟可行。其中，成本與效益項目的界定是最易引起爭議的單元。以交通建設而言，其成本項目比較清楚，一般分為土地取得成本、興建成本、設備購置成本、營運維修成本等項；比較複雜的是效益，交通建設的效益最主要的是運輸時間節省與運輸成本節省。但一般會再加上環境改善效益，與土地使用及經濟發展效益。前者包括空氣污染改善、噪音改善、交通安全改善等；後者包括交通建設對土地開發、都市發展、經濟發展等方面的效果。



# 第八章 結論與建議

本章綜合整理前述運輸經濟各章的精要，並提出後續研究的方向與建議。

## 8.1 結論

### 1. 運輸需求

#### (1) 消費者需求理論

效用函數係描述消費者從不同商品消費量的組合中獲得的經濟福利，其決定於消費者的偏好，而消費者的偏好假設具完整性、可遞移性，及不滿足性；無異曲線是一條效用相同、各種商品消費量組合點的軌跡，具凸性，表某商品已消費的量愈高，消費者為多消費該商品一單位而願意犧牲其他商品的量就愈低，反映商品的邊際替代率遞減；當無異曲線上某點的斜率等於消費者預算線斜率時即達消費均衡，此時效用抽象的價值會具體表現於金錢實體的價值，消費者會在有限的預算下找到可令其獲得最大效用的商品消費量組合。

#### (2) 連續型與離散型商品的差異

連續型商品的需求函數，因每位消費者的消費量不同，因此反映的是某商品在市場的總使用量。其消費方式係屬集約邊際(intensive margins)型式，亦即只有消費量的多寡，沒有品項的轉變；離散型商品的需求函數，因每位消費者僅在多種商品間擇一消費，即總消費量固定(等於市場的消費者總數)，因此反映的是各類商品在市場的使用比例。其消費方式係屬粗放邊際(extensive margin)型式，即會改變的不是消費的量，而是消費的品項。

#### (3) 連續型商品

消費者對連續型商品的個人需求函數，是其所得限制下的最佳消費組合解，是各商品的價格與個人所得的函數，即  $D=F(P_1, P_2, \dots, Y)$ ，一般係忽略消費者個別的偏好。連續型商品的市場需求函數一般以線性模式建立，解釋變數包含運輸商品價格、其他商品價格、消費者總計所得(一般採用平均所得)；通常假設個別消費者間的所得、社經背景、偏好等相同，運輸需求反映的是總體消費者的平均行為。

#### (4) 離散型商品

離散型運輸需求，如工作旅次的運具選擇，具「這或那」的特性，只能擇一消費。其一般係以間接效用函數為基礎的隨機效用模式來構建需求函數。間接效用函數是「商品價格與個人所得」的函數，係已隱含消費者在其所得限制下比較不同商品作出選擇的結果。此種模式當觀測結果與預測

不符時，其主要誤差源係來自消費者間偏好的差異，而非僅是量度誤差或最佳化有誤。

## 2.運輸供給

### (1) 生產函數

廠商的生產函數係給定生產技術下，反映各已知投入要素組合與該組合最大產出量間的關係。如所有投入要素量均可變，則廠商處於長期經營；如有投入要素量固定，則廠商處於短期經營。

### (2) 成本函數

廠商的成本函數係給定生產技術下，反映生產某產量與各已知投入要素用量最經濟組合(最有效率生產)間的關係。透過成本函數可獲得與產業經濟特性有關的所有資訊。例如總成本的產量彈性(倒數)可量測廠商的經濟規模；藉 Shephard's Lemma，可得各投入要素成本占總成本的比例(cost shares)。此外，長期成本函數亦提供投入要素間替代性的完整資訊。

### (3) 經營規模

從生產函數可瞭解廠商的生產規模。當投入要素等比例增加，如產出增加的比例大於(等於，小於)該比例，稱廠商處於遞增(等，遞減)規模報酬；長期成本函數(的總成本的產量彈性)可量度規模經濟，亦可提供規模報酬完整的資訊；短期因某投入要素量固定，增加生產係透過其他要素的增加來達成，故不能等比例增加投入要素用量，因而無短期規模報酬(或規模經濟)，廠商短期只可能處於交通密度經濟與資本利用經濟。

### (4) 長期經營行為

只要產品的市場售價大於長期平均成本，廠商就會長期經營，反之，廠商就會退出市場，不再經營；只要產品的市場售價大於長期邊際成本，廠商便會繼續增加產量，直到售價等於長期邊際成本才不再增產，此時的產量會使廠商獲得最大利潤。綜合言，廠商的長期供給函數係長期邊際成本曲線的一部分，為與長期平均成本曲線交點起的長期邊際成本曲線向上部分。

### (5) 短期經營行為

只要產品的市場售價大於短期平均變動成本，廠商的固定成本就能獲得部分抵補，短期間就會留在市場內繼續生產；只要產品的市場售價大於短期邊際成本，廠商就會增加產量，直到售價等於短期邊際成本才不再增產，此時廠商可獲得短期最大利潤。長、短期的供給曲線均係邊際成本曲線的一部分，差別只在短期比長期多了平均變動成本與平均總成本間的一段。那一段只會短期存在，當時間持續下去，如商品的市場售價一直落在那一段中，則廠商長期經營下無法回收所有成本，仍會退出市場。

### 3. 成本函數的數學特性

#### (1) 生產函數與成本函數

生產函數與成本函數的數學式彼此為對偶關係，而一旦引進投入要素價格，二者均可充分描述廠商的生產行為。但一般研究產業經濟特性時均選擇採用成本函數法，而非生產函數法，其理由係：構建成本函數較不容易發生統計上的偏誤；依 Shephard's Lemma，藉成本函數可推導已知產量條件下，各投入要素最經濟的需求量；成本函數所需數據較容易於會計資料中找到。

#### (2) 良好的成本函數應具備的特性

能充分描述廠商生產行為的成本函數，在數學上需具備連續性、單調性、均質性，與凹性等特性，除連續性係為數學計算的方便外，其餘特性的重要性為：

- 1) 單調性係指投入要素價格增加，成本必不會減少，反映成本函數係建立在廠商已有效率生產的隱含假設下；
- 2) 均質性方面，成本函數對投入要素價格應為 1 次齊次均質，即廠商在投入要素價格等比例增加時，因無法藉由調整不同投入要素量來降低成本，因此總成本亦會等比例增加；投入要素的需求函數對要素價格則應為 0 次齊次均質，即所有要素價格等比例增加時，因無法藉由調整不同投入要素的用量來降低成本，因此每一投入要素的最佳用量並不會改變。此二者均反映成本函數係建立在廠商已有效率生產的隱含假設下；
- 3) 成本函數具凹性是最令人訝異的特性。其反映追求最小成本(最大利潤)的廠商，不會面對某一投入要素價格持續高漲而放任不管，讓成本隨之漲高，而會重新組合投入要素用量，使生產相同產量的總成本雖會增加，但是以遞減的方式來增加。

#### (3) 幾種常見的成本函數

常見的成本函數包括 Leontif、Cobb-Douglas，與 Translog，其主要特性有：

- 1) Leontif 成本函數：限制廠商恆在等規模報酬( $S_R=1$ )生產，且投入要素間不能替代，即投入要素間替代彈性為 0；
- 2) Cobb-Douglas 成本函數：規模報酬無限制，視校估結果而定，但限制投入要素間替代彈性為 1，即投入要素的價格比增加 1%，其用量比亦會增加 1%；
- 3) Translog 成本函數：幾無任何對廠商行為的限制，係最廣被採用、最具彈性(flexible)的成本函數。

## 4.運輸市場

### (1) 共通特性

個別廠商，不論在完全競爭、獨占競爭、寡占，抑或獨占等不同市場，其行為完全相同，即均係在追求最大利潤。

### (2) 完全競爭市場下的廠商行為

是市場售價的接受者(price takers)。個別廠商的產量對整體市場微不足道，完全無法掌握市場需求。如果廠商售價訂得比市場高，其產品就完全賣不出去，因為其消費者，需求的價格彈性無限大。如果廠商不以最適規模(長期)、最有效率的方式(短期)來生產，其成本就會高於市場售價而虧損，因而會退出市場。如果市場售價高於其生產的平均成本，短期間廠商可得超額利潤，但不久就有無數潛在廠商加入，使市場售價回復成無超額利潤水準。

### (3) 獨占市場下的廠商行為

是市場售價的制定者(price maker)。廠商直接面對整個市場，需求曲線向下斜(價格彈性有限)，因沒有其他廠商，故需求曲線不會變動。廠商可以自行決定產量、定價，甚而可以差別定價。廠商在追求最大利潤下，不會循邊際成本定價，通常會在遞增規模報酬下經營，致對整體社會言，生產不足，價格過高，社會福利受損。獨占者欲長期擁有獨占租值，需有進場障礙，其形成有三：政府管制、控制關鍵投入要素、大的經濟規模。政府對獨占者一般可有三種管制政策：費率管制(配合補貼)、課稅、政府自營。

### (4) 獨占競爭市場下的廠商行為

是市場售價的妥協者(price accommodationists)。其形成的背景是有多個獨占廠商，生產不同但相似的產品，廠商除面對消費者對售價的反應外，亦受其他廠商相似產品產量的影響。短期而言，廠商採獨占者的定價方式來追求最大利潤，但如有利潤就會有其他相似產品廠商加入生產，致需求變少，結果在其訂的售價下賣不到預期的量。長期而言，有利可圖的產品會一直吸引其他廠商加入生產(相近產品)，直到無利可圖，結果，每家廠商面對的需求曲線必切於其平均成本線，所定售價必等於平均成本，每個廠商必係在遞增規模狀態下經營，即有剩餘容量，永遠達不到經濟規模。此類市場的廠商通常係以非價格戰方式擺脫跟隨者。

### (5) 寡占市場下的廠商行為

是市場售價的尋求者(price searchers)。在同一市場只有極少數廠商，生產一種產品，每家均有相當大的市場占有率，每家的行動均會影響其對手。有許多模式來反映寡占廠商的行為，模式間的差異在於猜測其他廠商可能行動的模化方式不同：Cournot-Nash 模式假設自己是追隨者(小弟)，對方是領頭者(大哥)；Stackelberg 模式假設自己是領頭者(大哥)，對方是追隨者

(小弟)；Collusion 模式假設多家勾結，聯合決定產量與價格。不同寡占模式對市場有不同的影響：勾結(Collusion)，會形成獨占的效果，使售價最高，產量最少，社會福利的損失最大；爭做小弟(Cournot-Nash)，售價中等，產量中等，社會福利的損失中等；大哥-小弟(Stackelberg)，售價較低，產量較高，社會福利的損失較少。

## 5.運輸投資與訂價

### (1) 成本效益與常年金

廠商投資，標的物(如車輛)會有壽年，但投入的資本常一次付清，評估其投資成本效益時，常引起困擾。成本效益分析係運用折現率，以淨現值等來表現投資的正確與否；一次付清的投資，則可轉換成年金，當成年營業成本的固定項。

### (2) 私部門的最佳投資與定價策略

只要短期總營業成本的節省大於資本的年成本，或不考慮折舊與陳舊成本，營業成本的節省率仍大於淨投資報酬率(存放在銀行的利息利率)，就可持續投資(增加生產設備)；只要每期均將售價訂在當期產量的邊際成本上，即能獲得最大淨現值。

### (3) 公部門擁擠定價-最佳定價

- 1) 自由流車況時：當公路設施處於自由流車況，此時個別用路人對公路的使用不會影響其他用路人，公路亦不擁擠，在既有投資下，最佳定價係令市場需求曲線交於平均成本(個人成本)曲線；
- 2) 交通發生擁擠時：當公路設施發生擁擠時，每一額外交通產生的邊際成本會高於平均變動成本，惟額外加入的用路人會忽略因其加入擁擠車流所增加的額外成本會加諸在已在橋上的其他人身上。在此種狀況下，最佳定價係發生在市場需求交於邊際成本(社會成本)曲線處。為達此一目，需課徵擁擠稅，使公路設施最有效率的使用，其稅值為需求線交於邊際成本線處的邊際成本與平均成本的差額。

### (4) 公部門投資的評估分析

公部門欲投資某項公共建設計畫，一般需通過技術、經濟、財務、環境等各種可行性評估，方能立案執行。通常，技術可行是公共建設計畫可以成立的基本要求，而經濟可行則是必要條件。實務上，一般重大公共建設案大多是財務不可行，亦即收入很難抵償政府投資的支出，惟如對社會有正的效益，亦即具經濟可行性，則仍值得政府投資。由此知，經濟可行性分析在公部門投資的評估作業中，係扮演著關鍵角色。

### (5) 經濟可行性分析

經濟可行性分析一般採取淨現值法、益本比法及內生報酬率法。不論採用何種方法，均需訂定成本與效益項目，再予貨幣化，並經折現率轉成基年

的幣值，方能在共同的基準下進行成本與效益的比較，以決定是否具經濟可行性。其中，成本與效益項目的界定是最容易引起爭議的單元。以交通建設而言，其成本項目比較清楚，一般分為土地取得成本、興建成本、設備購置成本、營運維修成本等項。比較複雜的是效益，交通建設的效益最主要的是運輸時間節省與運輸成本節省。但一般會再加上環境改善的效益，與土地使用及經濟發展的效益。前者包括空氣污染改善、噪音改善、交通安全改善等；後者包括交通建設對土地開發、都市發展、經濟發展等方面的效果。

## 8.2 建議

### 1.運輸需求的研究建議

本研究已在第二、三章分別介紹連續型商品及離散型商品需求函數的模化方法。有興趣的研究者，可在這些理論基礎下，繼續進行相關的實證研究。其中，觀光旅次是最近新興的議題，其需求預測很難作到令人滿意的水準，值得後續深入研究。

### 2.運輸產業特性的研究建議

本研究已在第四、五章完整介紹成本函數的模化方法。藉由成本函數可以分析各種產業的重要經濟特性。有興趣的研究者，可在該理論基礎下，繼續進行各種運輸產業本土特性的分析，包括空運的民航客運業、普通航空業，海運的貨櫃定期航線業、大宗散雜貨運業，陸運的遊覽車業、計程車業，以及新興的運輸產業，如 Uber、UBike、OBike 等，其經濟特性均是有待研究的課題，值得後續深入研究。

### 3.運輸市場的研究建議

我國的各種運輸產業，其市場型態有的呈寡占市場，如空運的國內民用航空業(華信、立榮等)，陸運的城際鐵路客運業(台鐵與高鐵)，但亦有許多產業雖有進出市場管制，但多年下來仍形同完全競爭市場，如都市計程車業，城際遊覽車業。寡占市場會有經濟福利的損失，但其產業可以具相當規模，運具維修、人員排班較能依循規定，人才養成亦較有體制。而完全競爭市場在理論上雖最具效率，但對運輸業而言，卻亦呈現規模太小(有的根本就是一車公司，老闆即司機)，致出現車輛維修，人員排班難依規定，人才養成亦被忽略的問題。到底運輸產業宜以何種市場型態來經濟，對整體社會的福利較有利，實係一項值得進行研究的重要議題，值得後續深入研究。

## 參考文獻

1. Christensen, L. R., and W. H. Green, "Economies of Scale in U. S. Electric Power Generation," *Journal of Political Economy* 84, 1976, pp. 316-323.
2. Klarman, Seth A., "Margin of Safety: Risk-Averse Value Investing Strategies for the Thoughtful Investor," New York: Harper Collins Business, 1991.
3. Lee, W. C., "Demand for travel and the gasoline crisis," *Transportation Research Record* 764, 1980, pp. 38-42.
4. McCarthy, Patrick S., "Transportation Economics: Theory & Practice: A Case Study Approach," Blackwell Publishers Ltd., 2001.
5. McMullen, S. and Stanley, L. R., "The Impact of Deregulation on the Production Structure of the Motor Carrier Industry," *Economic Inquiry*, XXVI, 1988, pp. 299-316.
6. Pickrell, D. H., "The Demand for short-haul air service," in J. R. Meyer, and C.V. Oster (eds), *Deregulation and the New Airline Entrepreneurs*. Cambridge Mass.: The MIT Press, 1984, pp. 29-49.
7. Viton, P. A., "A Translog Cost Function for Urban Bus Transit," *The Journal of Industrial Economics*, XXIX, 1981, pp. 287-304.
8. Ying, J. S., "Regulatory Reform and Technical Change: New Evidence of Scale Economies in Trucking," *Southern Economic Journal*, 56, 1990, pp. 996-1009.
9. 許書耕、藍武王，「行人立體穿越設施使用之預測—Logit 二元選擇模式之應用」，中華民國運輸學會第三屆學術論文研討會論文集，中華民國運輸學會學術委員會，台北市，民國 77 年 7 月 16 日，564~577 頁。
10. 許書耕、藍武王，「地區民營公路客運業成本函數與經濟特性分析」，運輸計劃季刊第十八卷第三期，民國 78 年 9 月，564~577 頁。
11. 藍武王、許書耕，「個體運具選擇模式之校估與應用：新運具之引進」，交大管理學報，第 12 卷第 1 期，民國 81 年 12 月，1~22 頁。
12. 張五常，「經濟解釋」，2000 年。
13. 林士誠、林貴貞，「淺談專案計畫之財經分析(下)」，技師報，168 期，2000 年 2 月 26 日。

14. 姜渝生，「經濟效益評估-案例分析」，95 年度公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫研討會，民國 95 年。
15. 林貴貞，「交通建設經濟評估之注意事項」，2007 年。
16. 交通部鐵路改建工程局，「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告」，民國 98 年 7 月。
17. 《經濟學入門》，自學書院中譯，2010 年。
18. 賴建誠，「經濟史的趣味」，2010 年。